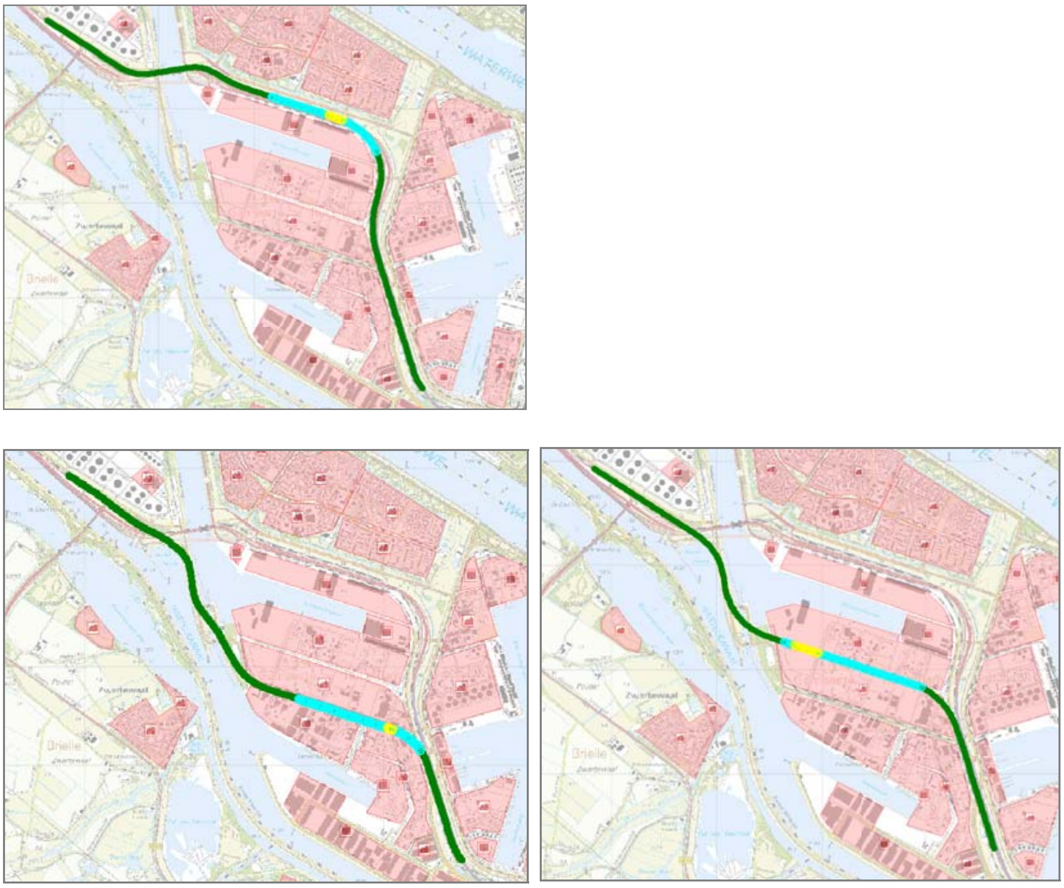
De maximale groepsrisicoscore in het Nulplus-alternatief wordt in belangrijke mate bepaald door de (woon)bebouwing van Rozenburg. Dit kan worden verklaard door de relatief hoge personendichtheid in met name de avond- en nachtperiode in woongebieden. Doordat bij het Theemswegtracé de afstand tussen bebouwing en spoorlijn groter is dan bij het Huntmantracé, scoort het Theemswegtracé gunstiger. Dit blijkt ook uit figuur 9 waarin het berekeningsresultaat op geografische wijze is samengevat. In de figuur is het gedeelte van het traject dat het kilometervak met het maximale groepsrisico omvat weergegeven met blauwe cirkels. Geel gemarkeerd is het ongevalspunt dat de grootste bijdrage levert aan het groepsrisico van dit kilometervak.



Figuur 9. Ligging kilometer hoogste groepsrisico nulplus-alternatief en vaste brug (linksboven), Theemswegtracé (linksonder) en Huntsmantracé (rechtsonder).

- ● Deel van het traject met een groepsrisico kleiner dan 0.1 keer de oriëntatiewaarde.
- ● : Deel van het traject dat het kilometervak met het hoogste groepsrisico omvat en een aanduiding van de grootte van dit groepsrisico.
- ● : Ongevalspunt met de grootste bijdrage aan het groepsrisico van dit kilometervak.

De externe veiligheidseffecten van deze alternatieven op de woonkern Zwartewaal en Rozenburg kunnen het beste worden weergegeven door te kijken naar de ligging van de PR 10^{-8} contour ten opzichte van deze woongebieden. De PR 10^{-8} contour is namelijk vergelijkbaar met het invloedsgebied. In bijlage 3 is deze contour weergegeven voor de verschillen de alternatieven. Hieruit blijkt dat de woonkern Zwartewaal in het nulplus-

alternatief niet wordt bloodgesteld aan de externe veiligheidseffecten van het spoor en bij de Theemswegtracé en Huntsmantracé alleen het noordelijk deel van de woonkern. Kijkend naar de woonkern Rozenburg kan worden geconcludeerd dat in het nulplus-alternatief de woonkern volledig wordt bloodgesteld aan de de externe veiligheidseffecten van het spoor en bij de Theemswegtracé en Huntsmantracé alleen het zuidelijke gebied van woonkern.

5.3. Effectbeoordeling

Bij de effectbeoordeling gaat het om de aspecten plaatsgebonden risico (PR) en groepsrisico (GR). Het criterium voor het PR is of er (beperkt) kwetsbare objecten ligt binnen de 10^{-6}-contour (veiligheidszone).Voor nieuwe situaties geldt de PR-norm (10^{-6}) als grenswaarde voor kwetsbare objecten. Wanneer de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} over een kwetsbaar object ligt, is er sprake van een knelpunt en daarmee een zeer negatieve score. Als de contour over beperkt kwetsbare objecten ligt scoort het alternatief gering negatief. Overigens worden (beperkt) kwetsbare objecten behorend tot een Bevi-inrichting niet beschouwd als (beperkt) kwetsbare objecten [Bevi art 1, 2e lid]. Het criterium voor het GR is de factor ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Een hogere factor betekent een verslechtering van de situatie en een lagere factor een verbetering.

Beoordelings-aspect	**Criterium**	**Referentie**	**Nulplus en vaste brug**	**Theemsweg tracé**	**Huntsman tracé**
Plaatsgebonden risico 10^{-6}	(beperkt) kwetsbare objecten binnen PR 10^{-6}	Geen	Geen	1 x kwetsbaar 5 x beperkt kwetsbaar	2x beperkt kwetsbaar
Groepsrisico	Factor t.o.v. oriëntatiewaarde	0.028	0.028	0.006	0.017

Tabel 10. Samenvatting resultaten alternatieven spoor

Beoordelings-aspect	**Criterium**	**Referentie**	**Nulplus en vaste brug**	**Theemsweg tracé**	**Huntsman tracé**
Plaatsgebonden risico 10^{-6}	(beperkt) kwetsbare objecten binnen PR 10^{-6}	0	0	--	0/-
Groepsrisico	Factor t.o.v. oriëntatiewaarde	0	0	+	0/+

Tabel 11. Effectbeoordeling alternatieven spoor

Waardering	Betekenis*
--	zeer negatief effect verslechtering met knelpunt tot gevolg
-	negatief effect verslechtering zonder knelpunt tot gevolg
0/-	gering negatief effect geringe verslechtering
0	neutraal effect geen effect
0/+	gering positief effect geringe verbetering
+	positief effect verbetering zonder oplossing van een knelpunt tot gevolg
++	verbetering met oplossing van een knelpunt tot gevolg

toelichting *:

- Een knelpunt kan inhouden de overschrijding van een wettelijke norm of invulling van een concreet beleidsvoornemen buiten het initiatief om.
- Een gering negatief effect kan optreden bij zowel een beperkt effect op een situatie met een hoge waarde, als wel bij een groot effect op een situatie met weinig waarde. De waardering wordt beoordeeld op basis van 'expert judgement'.

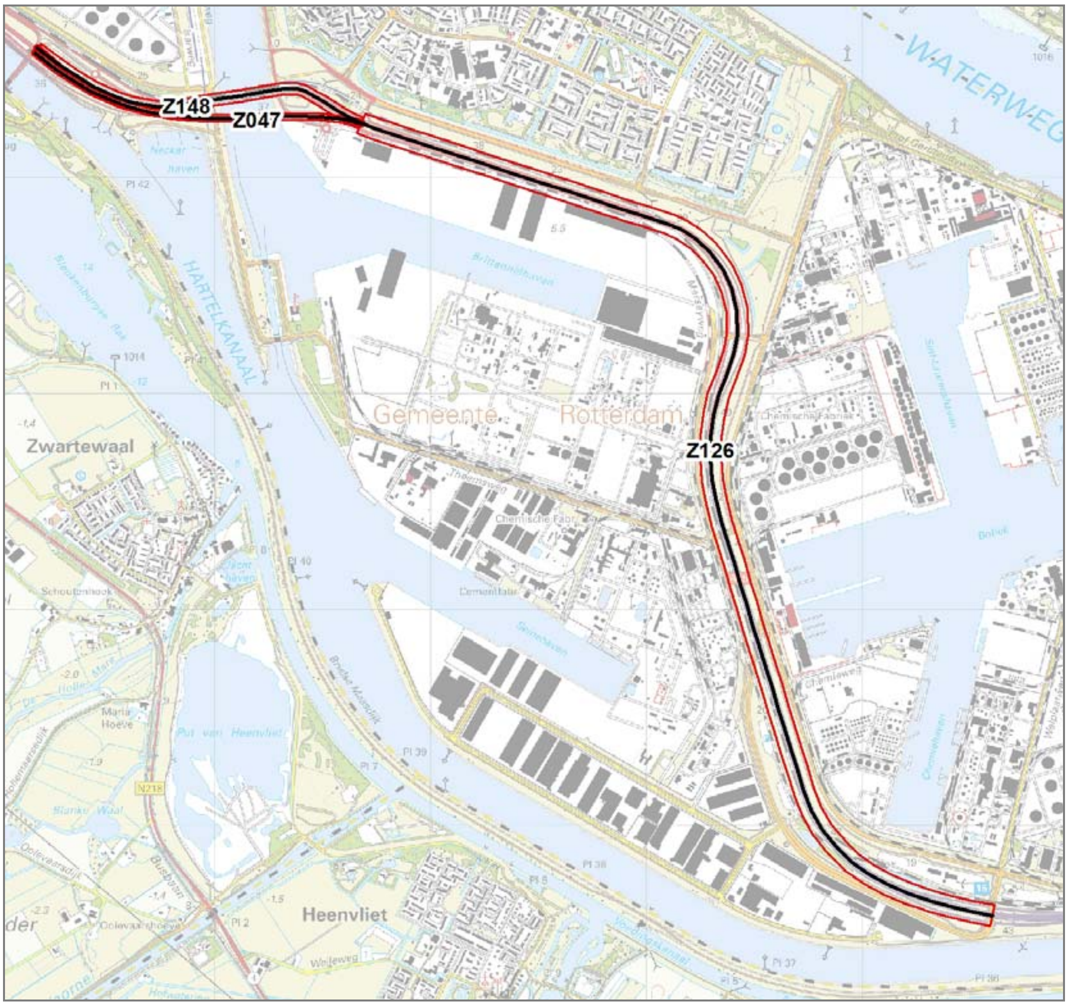
Zoals in tabel 11 is weergegeven is voor het plaatsgebonden risico het Theemswegtracé beoordeeld met een score -- en het Huntsmantracé met een 0/-. Deze negatieve score voor het Theemswegtracé is het gevolg van de aanwezigheid van een kwetsbaar object binnen de veiligheidszone, dit is niet toegestaan. Overigens is na inwerkingtreding van het Bevt deze situatie wel toegestaan omdat dit object binnen de veiligheidscontour is gelegen en een functionele binding heeft met het industriegebied Botlek-Vondelingenplaat. De overige alternatieven scoren gelijk aan de referentiesituatie.[5]

[5] Met de veiligheidscontour worden kwetsbare objecten met een functionele binding binnen de PR 10^{-6} contour van Bevi-inrichtingen en buisleidingen toegestaan. Voor kwetsbare objecten binnen de PR 10^{-6} contour van het transport van gevaarlijke stoffen over weg, water en spoor geldt dit echter nog niet. Op basis van de Circulaire Rnvgs zijn kwetsbare objecten dan niet toegestaan, ongeacht de functionele binding. Het Bevt, dat de Circulaire Rnvgs naar verwachting per 1 oktober 2014 gaat vervangen voor ruimtelijke besluiten, heft deze inconsistentie op. Dit betekent dat na 1 oktober 2014 voor kwetsbare objecten met een funtionele binding binnen de veiligheidscontour niet meer getoetst hoeft te worden aan het plaatsgebonden risico van het transport van gevaarlijke stoffen over de weg, water en het spoor.

6. Resultaten weg

6.1. Plaatsgebonden risico

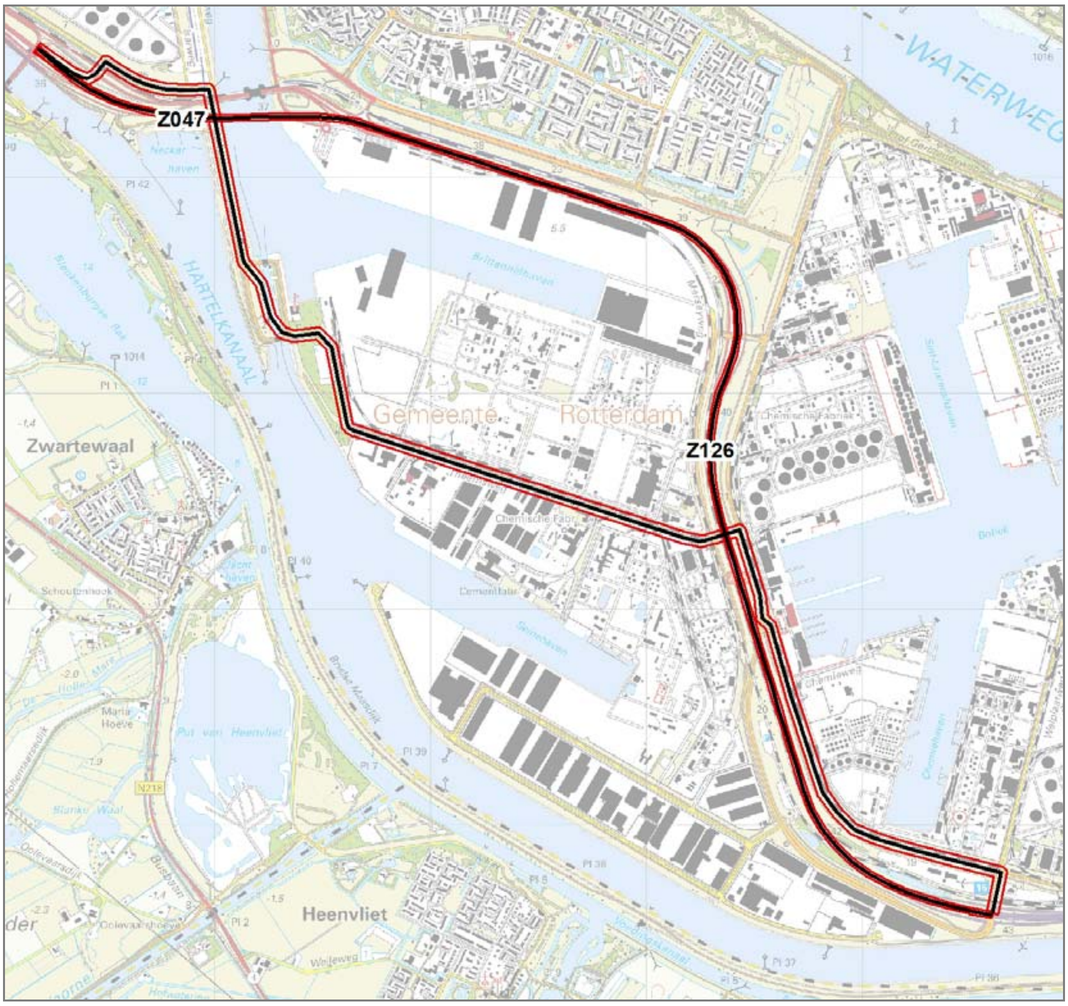
In bijlage 2 van de circulaire RnVGS zijn voor wegen behorende tot het Basisnet afstanden vastgelegd voor de zogeheten veiligheidszone (de 10^{-6} plaatsgebonden risicocontour). In de circulaire is voor wegvak Z126 de waarde ‘49’ en voor Z148 (Calandbrug) de waarde ‘27’ vermeld. Voor wegvak Z047, de Thomassentunnel, is deze waarde ‘15’. Dit is de afstand (in meters) gemeten van het midden van de weg waarop het plaatsgebonden risico niet meer mag bedragen dan 10^{-6} per jaar. De veiligheidszones van de huidige transportroute gevaarlijke stoffen wordt getoond in figuur 10.



Figuur 10. Veiligheidszone A15 huidige transportroute weg

Na opheffen van de Calandbrug, zal het deel van het transport van gevaarlijke stoffen dat daarvan gebruik maakte, via de Theemsweg gaan rijden. De veiligheidszone zal derhalve op 27 m (alternatieve route voor de Calandbrug welke tevens 27 meter hanteert) liggen. De overige transporten zullen gebruik blijven maken van de A15 inclusief

Thomassentunnel. De veiligheidszone voor dit wegdeel ligt op 15 m, gemeten vanuit het midden van de weg.

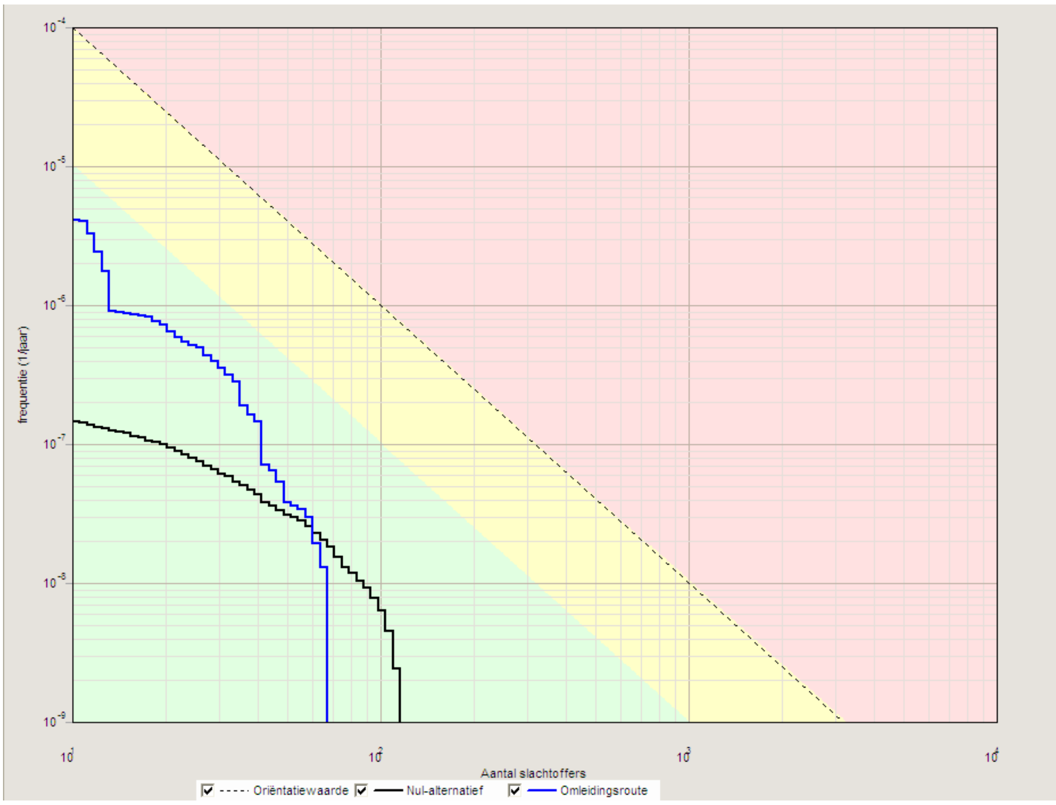


Figuur 11. Veiligheidszone A15 en omleidingsroute na opheffen Calandbrug

Binnen de veiligheidszone rond de omleidingsroute bevinden zich zeven beperkt kwetsbare objecten. Daarnaast is er één object behorend tot een Bevi-inrichting. Zie bijlage 2 voor een overzicht van de type objecten.

6.2. Groepsrisico

Figuur 12 toont de GR-curven van de hoogst scorende kilometer uitgaande van de transportgegevens volgens de Circulaire RnVGS. Tabel 12 toont de mate van overschrijding van de oriëntatiewaarde. Er is aangegeven hoeveel de berekende frequentie op een bepaald aantal slachtoffers maximaal afwijkt van de oriëntatiewaarde. Een waarde van bijvoorbeeld 0.045 betekent dat het berekende groepsrisico over de gehele curve voor een zeker aantal slachtoffers minimaal 22 keer kleiner is dan de oriëntatiewaarde. Alleen de situatie na opheffen Calandbrug verschilt van de overige alternatieven.



Figuur 12. Groepsrisico A15 huidige transportroute weg en na opheffen Calandbrug

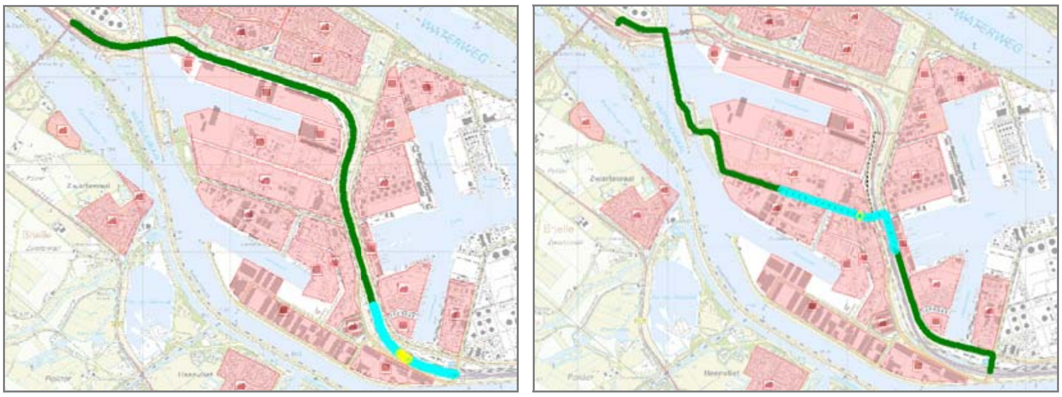
- - - - - - - - Oriëntatiewaarde
——— referentiesituatie
——— Opheffen Calandbrug

Situatie	Factor t.o.v. OW	= ca. X keer kleiner dan OW	Bij aantal slachtoffers
referentiesituatie	0.007	X = 143	60
Opheffen Calandbrug	0.045	X = 22	22

Tabel 12. Groepsrisico als factor ten opzichte van de oriëntatiewaarde (OW)

Het Nulplus-alternatief scoort gunstiger dan de alternatieve route via de Theemsweg. De bepalende factor is de afstand tussen de bebouwing en de weg. Dit blijkt ook uit figuur 13

waarin het berekeningsresultaat op geografische wijze is samengevat. In de figuur is de ligging van het beschouwde wegtraject weergegeven. De blauwe cirkels geven het trajectdeel aan waarin zich de kilometer met het hoogste groepsrisico bevindt. Geel gemarkeerd is het ongevalspunt dat de grootste bijdrage levert aan het groepsrisico.



Figuur 13. Ligging kilometer hoogste groepsrisico A15 huidige transportroute (links) en na opheffen Calandbrug (rechts)

- : Deel van het traject met een groepsrisico kleiner dan 0.1 keer de oriëntatiewaarde.
- : Deel van het traject dat het kilometervak met het hoogste groepsrisico omvat en een aanduiding van de grootte van dit groepsrisico.
- : Ongevalspunt met de grootste bijdrage aan het groepsrisico van dit kilometervak.

6.3. Effectbeoordeling

Bij de effectbeoordeling gaat het om de aspecten plaatsgebonden risico (PR) en groepsrisico (GR). Het criterium voor het PR is of er (beperkt) kwetsbare objecten ligt binnen de 10^{-6}-contour (veiligheidszone).Voor nieuwe situaties geldt de PR-norm (10^{-6}) als grenswaarde voor kwetsbare objecten. Wanneer de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} over een kwetsbaar object ligt, is er sprake van een knelpunt en daarmee een zeer negatieve score. Als de contour over een beperkt kwetsbare objecten ligt scoort het alternatief gering negatief. Overigens worden (beperkt) kwetsbare objecten behorend tot een Bevi-inrichting niet beschouwd als (beperkt) kwetsbare objecten [Bevi art 1, 2e lid]. Het criterium voor het GR is de factor ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Een hogere factor betekent een verslechtering van de situatie en een lagere factor een verbetering.

Beoordelings-aspect	**Criterium**	**Huidige route**	**Omleidings-route**
Plaatsgebonden risico 10^{-6}	(beperkt) kwetsbare objecten binnen PR 10^{-6}	Geen	7 x beperkt kwetsbaar
Groepsrisico	Factor t.o.v. oriëntatiewaarde	0.007	0.045

Tabel 13. Samenvatting resultaten alternatieven weg

Beoordelings-aspect	**Criterium**	**Huidige route**	**Omleidings-route**
Plaatsgebonden risico 10^{-6}	(beperkt) kwetsbare objecten binnen PR 10^{-6}	0	0/-
Groepsrisico	Factor t.o.v. oriëntatiewaarde	0	0/-

Tabel 14. Effectbeoordeling alternatieven weg

Waardering	**Betekenis***
--	zeer negatief effect verslechtering met knelpunt tot gevolg
-	negatief effect verslechtering zonder knelpunt tot gevolg
0/-	gering negatief effect geringe verslechtering
0	neutraal effect geen effect
0/+	gering positief effect geringe verbetering
+	positief effect verbetering zonder oplossing van een knelpunt tot gevolg
++	verbetering met oplossing van een knelpunt tot gevolg

toelichting *:

- Een knelpunt kan inhouden de overschrijding van een wettelijke norm of invulling van een concreet beleidsvoornemen buiten het initiatief om.
- Een gering negatief effect kan optreden bij zowel een beperkt effect op een situatie met een hoge waarde, als wel bij een groot effect op een situatie met weinig waarde. De waardering wordt beoordeeld op basis van ‘expert judgement’.

Zoals in tabel 14 is weergegeven is voor het plaatsgebonden risico de omleidingsroute beoordeeld met een score 0/-. De overige alternatieven scoren gelijk aan de referentiesituatie.

7. Scheepvaart

7.1. Inleiding

In de circulaire RnVGS wordt onderscheid gemaakt in rode en zwarte vaarwegen [1]. Op zwarte vaarwegen wordt alleen gebruik gemaakt van binnenvaartschepen, op de rode vaarwegen ook van zeeschepen. Het Calandkanaal is een 'rode' vaarweg. Bevoorrading van bedrijven aan de Brittanniëhaven vindt o.a. plaats middels binnenvaart- en zeevaartschepen via het Calandkanaal. Afhankelijk van de doorvaarthoogte en breedte van de vaste brug wordt de Brittanniëhaven afgesloten voor (een deel van) de scheepvaart. De prognoses voor de scheepvaart zijn echter hetzelfde. Uitgangspunt is dat zeeschepen de haven niet meer bereiken.

7.2. Plaatsgebonden risico

Bij rode en zwarte vaarwegen is er, met name uit pragmatische overwegingen, voor gekozen om lijnen vast te stellen die vrijwel overeen komen met de rand van de vaarweg. Deze gelden als risicolijn waar het plaatsgebonden risico vanwege het vervoer van gevaarlijke stoffen over die vaarweg niet meer mag bedragen dan 10^{-6} per jaar.

Dit geldt zowel voor de referentiesituatie als in de situatie na realisatie van de vaste brug.

7.3. Groepsrisico

7.3.1. Referentiesituatie

Volgens de werkgroep Basisnet Water zijn de vervoersaantallen in de circulaire RnVGS zodanig dat pas bij een tweezijdige bevolkingsdichtheid van 1500 personen/ha het groepsrisico mogelijk groter is dan 0.1 keer de oriëntatiewaarde [10]. De bevolkingsdichtheid in het studiegebied is aanzienlijk lager dan 1500 personen/ha. Het groepsrisico zal dan ook ruim onder 0.1 keer de oriëntatiewaarde liggen.

7.3.2. Situatie na realisatie vaste brug

Afhankelijk van de doorvaarthoogte en breedte van de vaste brug wordt de Brittanniëhaven afgesloten voor (een deel van) de scheepvaart waardoor het aantal scheepvaartbewegingen van zeeschepen op het Calandkanaal zal afnemen. Voor de situatie rond het Calandkanaal en de Brittanniëhaven betekent dit een afname van het groepsrisico door het transport van gevaarlijke stoffen over water.

7.4. Effectbeoordeling

Bij de effectbeoordeling gaat het om de aspecten plaatsgebonden risico (PR) en groepsrisico (GR). Het criterium voor het PR is of er (beperkt) kwetsbare objecten ligt binnen de 10^{-6}-contour (veiligheidszone).Voor nieuwe situaties geldt de PR-norm (10^{-6}) als grenswaarde voor kwetsbare objecten. Wanneer de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} over een kwetsbaar object ligt, is er sprake van een knelpunt en daarmee een zeer negatieve score. Als de contour over een beperkt kwetsbare objecten ligt scoort het alternatief negatief. Overigens worden (beperkt) kwetsbare objecten behorend tot een Bevi-inrichting niet beschouwd als (beperkt) kwetsbare objecten [Bevi art 1, 2e lid]. Het criterium voor het GR is de factor ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Een hogere factor betekent een verslechtering van de situatie en een lagere factor een verbetering.

Beoordelings-aspect	Criterium	Referentie	Na realisatie vaste brug
Plaatsgebonden risico 10^{-6}	(beperkt) kwetsbare objecten binnen PR 10^{-6}	Geen	Geen
Groepsrisico	Factor t.o.v. oriëntatiewaarde	< 0.1	< 0.1

Tabel 15. Samenvatting resultaten alternatieven scheepvaart

Beoordelings-aspect	Criterium	Referentie	Na realisatie vaste brug
Plaatsgebonden risico 10^{-6}	(beperkt) kwetsbare objecten binnen PR 10^{-6}	0	0
Groepsrisico	Factor t.o.v. oriëntatiewaarde	0	0/+

Tabel 16. Effectbeoordeling alternatieven scheepvaart

Waardering	Betekenis*
--	zeer negatief effect verslechtering met knelpunt tot gevolg
-	negatief effect verslechtering zonder knelpunt tot gevolg
0/-	gering negatief effect geringe verslechtering
0	neutraal effect geen effect
0/+	gering positief effect geringe verbetering
+	positief effect verbetering zonder oplossing van een knelpunt tot gevolg
++	verbetering met oplossing van een knelpunt tot gevolg

toelichting *:

- Een knelpunt kan inhouden de overschrijding van een wettelijke norm of invulling van een concreet beleidsvoornemen buiten het initiatief om.
- Een gering negatief effect kan optreden bij zowel een beperkt effect op een situatie met een hoge waarde, als wel bij een groot effect op een situatie met weinig waarde. De waardering wordt beoordeeld op basis van ‘expert judgement’.

Zoals uit tabel 16 blijkt scoort het groepsrisico licht positief. Dit komt doordat het groepsrisico afneemt ten gevolge van een afname van het aantal scheepvaartbewegingen van zeeschepen op het Calandkanaal.

8. Bedrijven

8.1. Inleiding

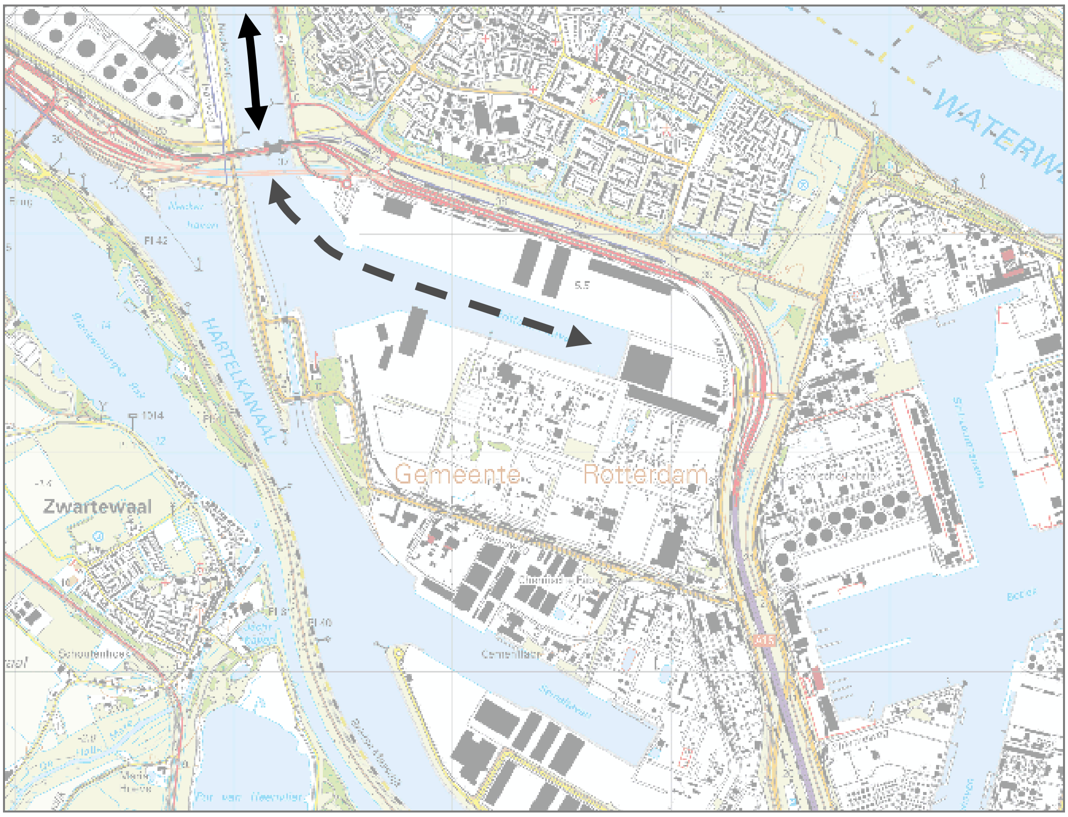
Bevoorrading van bedrijven aan de Brittanniëhaven vindt o.a. plaats middels binnenvaart- en zeevaartschepen via het Calandkanaal. Afhankelijk van de doorvaarthoogte en breedte van de vaste brug wordt de Brittanniëhaven afgesloten voor (een deel van) de scheepvaart. Zoals ook beschreven in het voorgaande hoofdstuk. Na realisatie van de vaste brug is het daardoor mogelijk dat bedrijven die voor aan- en afvoer in grote mate afhankelijk zijn van scheepvaart zich elders gaan vestigen. Het is aannemelijk dat in dat geval andere bedrijven met dezelfde milieugebruiksruimte, maar in mindere mate afhankelijk van zeescheepvaart daarvoor in de plaats komen. Om deze reden wordt in deze studie ook ingegaan op de consequenties ten aanzien van bedrijven.

8.2. Plaatsgebonden risico

Op 4 februari 2014 heeft Gedeputeerde Staten van de provincie Zuid-Holland voor Botlek-Vondelingenplaat een veiligheidscontour vastgesteld. Deze contour geeft de grens aan tot waar de risicocontouren (PR 10^{-6}) zich mogen uitbreiden. De eventuele PR 10^{-6}-contour van nieuw te vestigen bedrijven zal moeten passen binnen de vastgestelde veiligheidscontour. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het wel of niet toebedelen van de risicoruimte is voorbehouden aan het bevoegd gezag.

8.3. Groepsrisico

Vertrek of vestiging van bedrijven of aanpassing van de bedrijfsvoering, kan van invloed zijn op de hoogte van het groepsrisico veroorzaakt door dat bedrijf. Deze invloed is niet alleen sterk afhankelijk van de vestigingslocatie van een bedrijf, maar ook van de aard van de aanwezige gevaarlijke stoffen. In dit stadium van het onderzoek is het niet mogelijk een uitspraak te doen over de eventuele wijziging van het groepsrisico.



Figuur 14. Brittanniëhaven (deels) onbereikbaar voor scheepvaart

8.4. Effectbeoordeling

Bij de effectbeoordeling gaat het om de aspecten plaatsgebonden risico (PR) en groepsrisico (GR). Het criterium voor het PR is of er (beperkt) kwetsbare objecten ligt binnen de 10^{-6}-contour (veiligheidszone).Voor nieuwe situaties geldt de PR-norm (10^{-6}) als grenswaarde voor kwetsbare objecten. Wanneer de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} over een kwetsbaar object ligt, is er sprake van een knelpunt en daarmee een zeer negatieve score. Als de contour over een beperkt kwetsbare objecten ligt scoort het alternatief negatief. Overigens worden (beperkt) kwetsbare objecten behorend tot een Bevi-inrichting niet beschouwd als (beperkt) kwetsbare objecten [Bevi art 1, 2e lid]. Het criterium voor het GR is de factor ten opzichte van de oriëntatiewaarde. Een hogere factor betekent een verslechtering van de situatie en een lagere factor een verbetering.

Beoordelings-aspect	Criterium	Referentie	Na realisatie vaste brug
Plaatsgebonden risico 10^{-6}	(beperkt) kwetsbare objecten binnen PR 10^{-6}	Geen	Geen
Groepsrisico	Factor t.o.v. oriëntatiewaarde	x	x

X= Niet mogelijk om te beoordelen.

Tabel 17. Samenvatting resultaten alternatieven bedrijven

Beoordelings-aspect	Criterium	Referentie	Na realisatie vaste brug
Plaatsgebonden risico 10^{-6}	(beperkt) kwetsbare objecten binnen PR 10^{-6}	0	0
Groepsrisico	Factor t.o.v. oriëntatiewaarde	x	x

X= Niet mogelijk om te beoordelen.

Tabel 18. Effectbeoordeling alternatieven bedrijven

Waardering	Betekenis*
--	zeer negatief effect verslechtering met knelpunt tot gevolg
-	negatief effect verslechtering zonder knelpunt tot gevolg
0/-	gering negatief effect geringe verslechtering
0	neutraal effect geen effect
0/+	gering positief effect geringe verbetering
+	positief effect verbetering zonder oplossing van een knelpunt tot gevolg
++	verbetering met oplossing van een knelpunt tot gevolg

toelichting *:

- Een knelpunt kan inhouden de overschrijding van een wettelijke norm of invulling van een concreet beleidsvoornemen buiten het initiatief om.
- Een gering negatief effect kan optreden bij zowel een beperkt effect op een situatie met een hoge waarde, als wel bij een groot effect op een situatie met weinig waarde. De waardering wordt beoordeeld op basis van ‘expert judgement’.

9. Conclusie

Ter plaatse van de Calandbrug zijn het plaatsgebonden risico en het groepsrisico berekend voor de alternatieven voor de modaliteiten spoor en weg. Voor de modaliteit water en de bedrijven zijn de alternatieven op kwalitatieve wijze behandeld. In dit hoofdstuk worden de conclusies per risicobron benoemd. De algemene conclusie is dat uit de kwantitatieve en de kwalitatieve blijkt dat er geen significant verschil is tussen de alternatieven ten aanzien van het groepsrisco. Het groepsrisico veroorzaakt door het transport over het spoor, de weg en de vaarweg is in alle gevallen kleiner dan 0.1 keer de oriëntatiewaarde. Voor het plaatsgebonden risico scoort het Theemswegtracé het ongunstigst gevolgd door het Huntsmantracé.

9.1. Spoor

Plaatsgebonden risico
Uitgaande van het transport volgens de Circulaire RnVGS ligt de plaatsgebonden risicocontour voor de grenswaarde van 1.0 10^{-6} /jr (veiligheidszone) voor spoordelen zonder aanwezigheid van wissels op 17 m vanaf het midden van de spoorbundel. Op basis van het criterium (beperkt) kwetsbare objecten binnen de veiligheidszone scoort het Theemswegtracé het ongunstigst gevolgd door het Huntsmantracé. Deze negatieve score voor het Theemswegtracé is het gevolg van de aanwezigheid van een kwetsbaar object binnen de veiligheidszone, dit is niet toegestaan. Overigens is na inwerkingtreding van het Bevt deze situatie wel toegestaan omdat dit object is gelegen binnen de veiligheidscontour en een functionele binding heeft met het het industriegebied Botlek-Vondelingenplaat. De overige alternatieven scoren gelijk en zijn het gunstigst.

Groepsrisico
Uitgaande van het transport volgens de Circulaire RnVGS geldt voor alle alternatieven dat de oriëntatiewaarde van het groepsrisico niet wordt overschreden. Op basis van het criterium groepsrisico scoort het Theemswegtracé het gunstigst gevolgd door het Huntsmantracé. Dit komt doordat deze tracés verder van de bebouwing af liggen. De overige alternatieven scoren gelijk en zijn het ongunstigst.

9.2. Weg

Plaatsgebonden risico
Uitgaande van transport volgens Circulaire RnVGS ligt de plaatsgebonden risicocontour voor de grenswaarde van 1.0 10^{-6} /jr (veiligheidszone) voor wegvak Z126 op 49 m vanaf het midden van de weg en voor wegvak Z148 op 27 m. Op basis van het criterium (beperkt) kwetsbare objecten binnen de veiligheidszone scoort de alternatieve route via de Theemsweg bij opheffen Calandbrug het ongunstigst. De overige alternatieven scoren gelijk en zijn het gunstigst.

Groepsrisico
Voor alle alternatieven geldt dat de oriëntatiewaarde van het groepsrisico niet wordt overschreden. Op basis van het criterium groepsrisico scoort de alternatieve route via de Theemsweg bij opheffen Calandbrug het ongunstigst, dit komt doordat de weg dichter tegen de bebouwing aankomt te liggen. De overige alternatieven scoren gelijk en zijn het gunstigst.

9.3. Scheepvaart

Plaatsgebonden risico
Conform de Circulaire RnVGS mag het plaatsgebonden risico voor de grenswaarde van 1.0 10^{-6} /jr (veiligheidszone) niet buiten de rand van de vaarweg liggen. Op basis van het criterium (beperkt) kwetsbare objecten binnen de veiligheidszone bestaat er geen voorkeur voor een bepaald alternatief. Alle alternatieven scoren gelijk.

Groepsrisico
Uitgaande van het transport volgens de Circulaire RnVGS geldt voor alle alternatieven dat de oriëntatiewaarde van het groepsrisico niet wordt overschreden. Voor alle alternatieven geldt dat het groepsrisico kleiner is dan 0.1 keer de oriëntatiewaarde. Naar verwachting scoort het alternatief Realisatie vaste brug iets gunstiger dan de overige alternatieven. Door de afname van het aantal scheevaartbewegingen van zeeschepen op het Calandkanaal zal het groepsrisico ook afnemen.

9.4. Bedrijven

Plaatsgebonden risico
Door het bevoegd gezag is in het kader van artikel 14 van het Bevi de ligging van een veiligheidscontour vastgesteld. De eventuele PR 10^{-6}-contour van nieuw te vestigen bedrijven zal moeten passen binnen de vastgestelde veiligheidscontour. Voor de overige alternatieven is er qua externe veiligheid geen verschil met de referentiesituatie.

Groepsrisico
De realisatie van een vaste brug zal naar verwachting geen significante wijziging ten opzichte van de bestaande situatie en referentiesituatie tot gevolg hebben. Ook voor de overige alternatieven is er qua externe veiligheid geen verschil met de referentiesituatie.

9.5. Leemte in kennis

In dit externe veiligheidsonderzoek worden de effecten van modal-shift en de effecten van bedrijven die mogelijk naar elders verhuizen niet in beschouwing genomen. Zowel het plaatsgebonden risico als het groepsrisico zal gaan veranderen alleen is nog niet te beredeneren niet hoe. In een verdere planuitwerking zal deze leemte worden ingevuld.

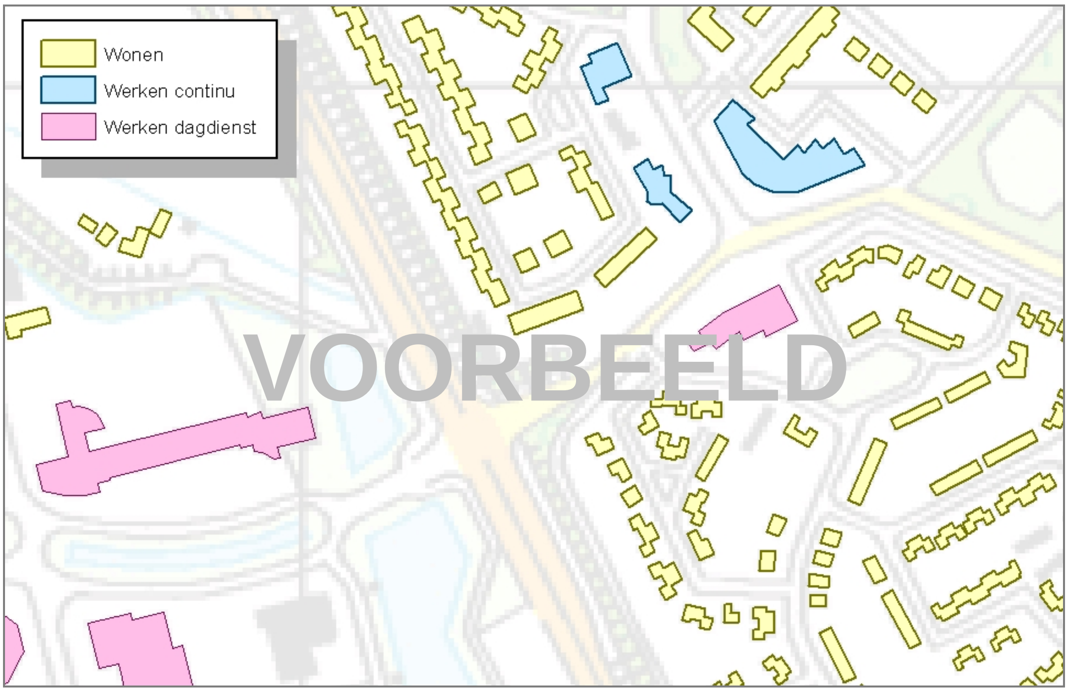
Referenties

1.	Ministerie I&M	2012	Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen Stcrt 2004, 147. Laatstelijk gewijzigd Stcrt. 2012, 19907
2.	Tweede Kamer	2005	Nota Vervoer Gevaarlijke Stoffen (VGS) Vergaderjaar 2005/2006, 30373 nr. 2
3.	Ministerie I&M	2013	Besluit externe veiligheid transportroutes Stb. 2013, 465.
4.	Ministerie I&M	2012	RBM II versie 2.2
5.	Gemeente Rotterdam en Havenbedrijf Rotterdam	2013	Milieueffectrapport Havenbestemmingsplannen Deelrapport Externe Veiligheid
6.	Ministerie I&M	2011	Handleiding Risicoanalyse Transport conceptversie 0.3
7.	Ministerie VROM	2010	Populatiebestand groepsrisicoberekeningen (http://www.populatiebestandgr.vrom.nl)
8.	Ministerie VROM	2007	Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico
9.	AVIV	2013	Evaluatie domino-effecten tracé Calandbrug Rapportnr. 122415, deel 2
10.	Werkgroep Basisnet Water	2008	Eindrapportage Basisnet Water Rapportnr. 141223/EA7/069/000431/hde.2
11.	Ministerie I&M	2011	Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) Stb. 2012, 388
12.	Ministerie VROM	2004	Besluit externe veiligheid inrichtingen Stb. 2004, 250
13.	Ministerie VROM	2010	Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen Stb. 2010, 686.
14.	Ministerie VROM	2004	Regeling externe veiligheid inrichtingen Stcrt 2004, nr. 183.
15.	Havenbedrijf Rotterdam	2013	Bevolkingsbestand huidige situatie MER Havenbestemmingsplannen

Bijlage 1. Bebouwing

In de omgeving van het plangebied is binnen een zone van 460 m rond het spoor en 355 m van de weg bevolking geïnventariseerd. Hiertoe is gebruik gemaakt van het populatiebestand voor groepsrisicoberekeningen [7]. In figuur 15 wordt een willekeurige locatie als voorbeeld getoond.
De geleverde populatie omvat meerdere functies:

- Wonen
- Bedrijven dagdienst
- Bedrijven continudienst



Figuur 15. Voorbeeld bouwvlakken uit het Populatiebestand groepsrisicoberekeningen

Voor gebruik in RBM II zijn de afzonderlijke bouwvlakken geaggregeerd tot grotere bevolkingsgebieden (zie figuur 16), de aanwezigheidgegevens zijn gesommeerd (zie tabel 19). Er is onderscheid gemaakt in een situatie dag en nacht. Door AVIV zijn de volgende bewerkingen op de gegevens uitgevoerd:

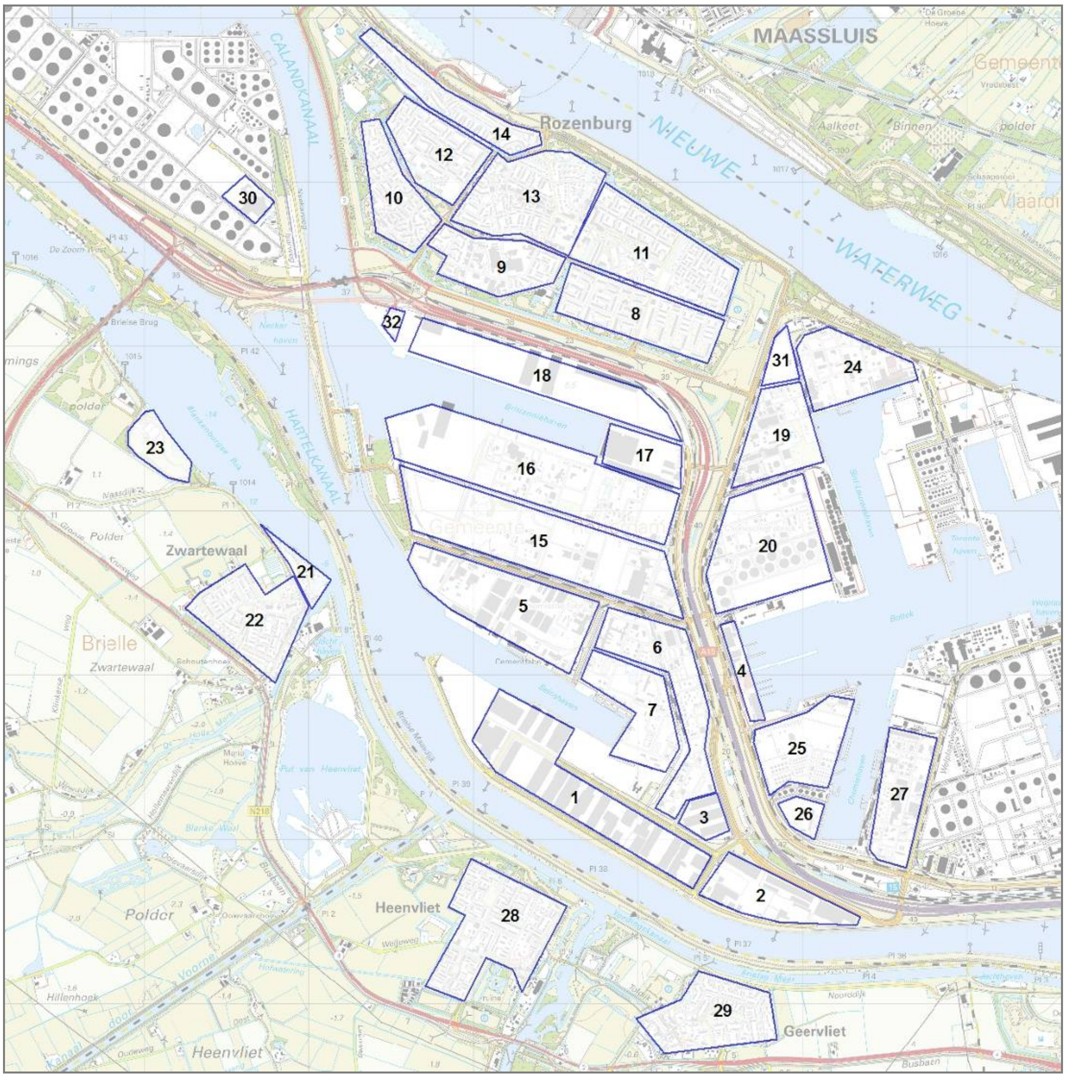
- Voor het percentage binnen en buiten verblijvende personen zijn de standaard RBM II-waarden gehanteerd (overdag 7% buiten, 's nachts 1%).
- Het aantal personen Wonen Dag is 50% van het aantal Wonen Nacht (kolom wonen dag in tabel 19 wordt dus niet gebruikt) [8].

Voor de gebieden 7, 16 en 26 is een dichtheid van 20 personen per hectare verondersteld. De gebieden 31 (Cytec Industries BV) en 32 (Visser en Smit leidingen) zijn toegevoegd uit het Safeti-NL-bestand 'HS dag HIC botv basis1.PSU' van Havenbedrijf Rotterdam.

Gelet op het karakter van de omgeving, bestaand industrieterrein met vooral chemische industrie enerzijds en bestaande bebouwing van Rozenburg (deelgebied 8 t/m 14) anderzijds, is verondersteld dat de toekomstige omgevingssituatie (referentiesituatie) vergelijkbaar is met de huidige. Dit betekent dat ook de groepsrisicoberekeningen voor beide omgevingssituaties tot vergelijkbare uitkomsten zullen leiden. Om deze reden is een afzonderlijke analyse voor de toekomstige omgevingssituatie is niet uitgevoerd.

Vlak ID	Wonen		Werken continu		Werken dagdienst	Totaal aantal	
	Dag	Nacht	Dag	Nacht		Dag	Nacht
1	0	0	6	0	616	622	0
2	0	0	0	0	628	628	0
3	0	0	0	0	31	31	0
4	0	0	0	0	111	111	0
5	0	0	84	19	201	285	19
6	0	0	356	82	92	448	82
7	0	0	0	0	0	453	0
8	1554	2417	39	21	33	1280.5	2438
9	583	907	15	12	382	850.5	919
10	1166	1814	5	0	567	1479	1814
11	1693	2634	203	26	341	1861	2660
12	1156	1799	10	4	35	944.5	1803
13	1123	1748	266	136	946	2086	1884
14	946	1472	115	63	15	866	1535
15	0	0	276	70	276	552	70
16	0	0	0	0	0	1029	0
17	0	0	0	0	86	86	0
18	0	0	0	0	176	176	0
19	0	0	153	35	80	233	35
20	0	0	77	18	0	77	18
21	52	80	0	0	8	48	80
22	1005	1563	24	9	227	1032.5	1572
23	0	0	939	935	0	939	935
24	0	0	0	0	365	365	0
25	0	0	33	8	86	119	8
26	0	0	0	0	0	87	0
27	0	0	244	56	165	409	56
28	1537	2392	41	16	538	1775	2408
29	1036	1612	13	3	203	1022	1615
30	0	0	61	14	14	75	14
31	-	-	-	-	-	43	0
32	-	-	-	-	-	6	0

Tabel 19. Personen per bevolkingsgebied



Figuur 16. Gedefinieerde bevolkingsgebieden

Bijlage 2. Objecten nabij alternatieve routes

De veiligheidszone is de zone ter weerszijden van de route waarbinnen geen nieuwe kwetsbare objecten zijn toegestaan. Nieuwe beperkt kwetsbare objecten zijn hier alleen in uitzonderingsgevallen toegestaan. Met behulp van het Populatiebestand zijn de objecten binnen de veiligheidszone rond de alternatieve tracés geïdentificeerd. Het Populatiebestand is niet volledig. Daarom is een zelfde exercitie uitgevoerd met objecten uit de Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG). Kwetsbare objecten zijn bijvoorbeeld woningen en gebouwen waarin grote aantallen personen verblijven gedurende een groot deel van de dag. Lintbebouwing en kleinere kantoren en winkels zijn voorbeelden van beperkt kwetsbare objecten. (beperkt) Kwetsbare objecten behorend tot een Bevi-inrichting worden niet beschouwd als (beperkt) kwetsbare objecten..

2.1. Weg: Omleidingsroute via Theemsweg

Figuur 17 toont de bebouwingsobjecten in de omgeving van de Theemsweg. Ook weergegeven is de veiligheidszone voor de Theemsweg in geval van opheffen Calandbrug.

Groen : bebouwing werken dagdienst cf. Populator
Paars : bebouwing werken continu cf. Populator
Blauw omrand : bebouwing cf. Populator (deels) binnen veiligheidzone
Grijs : bebouwing cf. BAG (Basisregistraties Adressen en Gebouwen)

Bebouwing cf. Populator (deels) binnen veiligheidszone
Het gaat om de volgende objecten:

Nr.	Type	Kwetsbaar
1	werken dagdienst	Nee (Bevi)
	werken continu	
2	werken dagdienst	Beperkt
	werken continu	
3	werken dagdienst	Beperkt

Tabel 20. Vlakken Populator Theemsweg

Bebouwing cf. BAG (deels) binnen veiligheidszone
In een aantal grijze vlakken is een oranje stip te zien. Volgens de BAG is er dan sprake van een verblijfsobject. Binnen de veiligheidszone gaat het om de volgende objecten:

Nr.	Type	Opmerking	Kwetsbaar
4	Overige gebruiksfunctie		Beperkt
5	Overige gebruiksfunctie	Geen bouwvlak	Beperkt
6	Kantoorfunctie		Beperkt
7	Kantoorfunctie		Beperkt
8	Industriefunctie		Beperkt

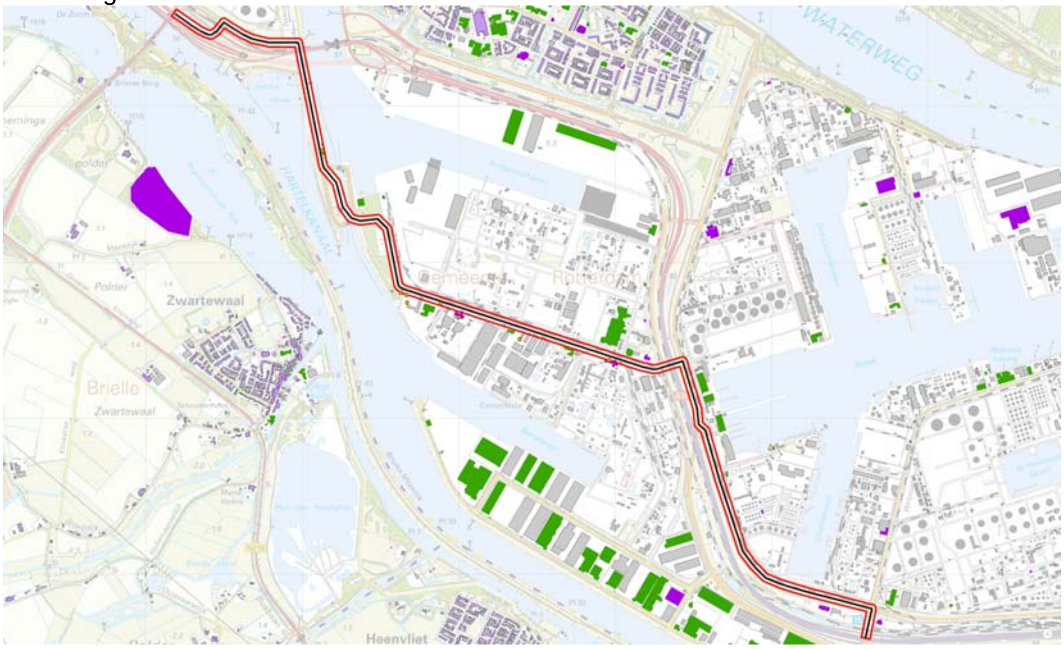
Tabel 21. Vlakken BAG Theemsweg

De objecten in tabel 20 en 21 zijn genummerd weergegeven in figuur 17 (zie figuur 18 voor adres 3). Ten behoeve van de duidelijkheid wordt alleen het deel van de omleidingsroute met geïdentificeerde objecten getoond in figuur 17. Voor de overige grijze vlakken die gedeeltelijk binnen de veiligheidszone liggen, wordt aangenomen dat het geen verblijfsobjecten zijn en dus niet beperkt kwetsbaar of kwetsbaar.



Figuur 17. (beperkt) Kwetsbare objecten nabij de Theemsweg

Zie onderstaand figuur voor ligging van de objecten ten opzichte van de gehele omleidingstracé.



Figuur 18. (beperkt) kwetsbare objecten nabij de gehele Theemsweg

2.2. Spoor: Huntsmantracé

Figuur 19 toont de bebouwingsobjecten in de omgeving van het Huntsmantracé. Ook weergegeven is de veiligheidszone voor het alternatief Huntsmantracé.

Groen : bebouwing werken dagdienst cf. Populator
Paars : bebouwing werken continu cf. Populator
Blauw omrand : bebouwing cf. Populator (deels) binnen veiligheidszone
Grijs : bebouwing cf. BAG (Basisregistraties Adressen en Gebouwen)

Bebouwing cf. Populator (deels) binnen veiligheidszone

Het gaat om de volgende objecten:

Nr.	Type	Kwetsbaar
3	werken dagdienst	Beperkt
9	werken dagdienst	Beperkt

Tabel 22. Vlakken Populator Huntsmantracé

Bovenstaande objecten zijn genummerd weergegeven in figuur 18. Ten behoeve van de duidelijkheid wordt alleen het deel van het Huntsmantracé met geïdentificeerde objecten getoond in figuur 19.

Bebouwing cf. BAG (deels) binnen veiligheidszone

In een aantal grijze vlakken is een oranje stip te zien. Volgens de BAG is er dan sprake van een verblijfsobject. Deze liggen niet binnen de veiligheidszone. Voor de overige grijze vlakken die gedeeltelijk binnen de veiligheidszone liggen, wordt aangenomen dat het geen verblijfsobjecten zijn en dus niet beperkt kwetsbaar of kwetsbaar.



Figuur 19. (beperkt) Kwetsbare objecten nabij het Huntsmantracé

2.3. Spoor: Theemswegtracé

Figuur 20 toont de bebouwingsobjecten in de omgeving van het Theemswegtracé. Ook weergegeven is de veiligheidszone voor het alternatief Theemswegtracé.

Groen : bebouwing werken dagdienst cf. Populator
Paars : bebouwing werken continu cf. Populator
Blauw omrand : bebouwing cf. Populator (deels) binnen veiligheidszone
Grijs : bebouwing cf. BAG (Basisregistraties Adressen en Gebouwen)

Bebouwing cf. Populator (deels) binnen veiligheidszone
Het gaat om de volgende objecten:

Nr.	Type	Kwetsbaar
1	werken dagdienst werken continu	Nee (Bevi)
2	werken dagdienst werken continu	Beperkt
3	werken dagdienst	Beperkt

Tabel 23. Vlakken Populator Theemswegtracé

Bebouwing cf. BAG (deels) binnen veiligheidszone
In een aantal grijze vlakken is een oranje stip te zien. Volgens de BAG is er dan sprake van een verblijfsobject. Binnen de veiligheidszone gaat het om de volgende objecten:

Nr.	Type	Opmerking	Kwetsbaar
4	Overige gebruiksfunctie		Beperkt
5	Overige gebruiksfunctie	Geen bouwvlak	Beperkt
8	Industriefunctie		Beperkt
10	Industriefunctie	Zone schampt bouwvlak	Ja

Tabel 24. Vlakken BAG Theemswegtracé

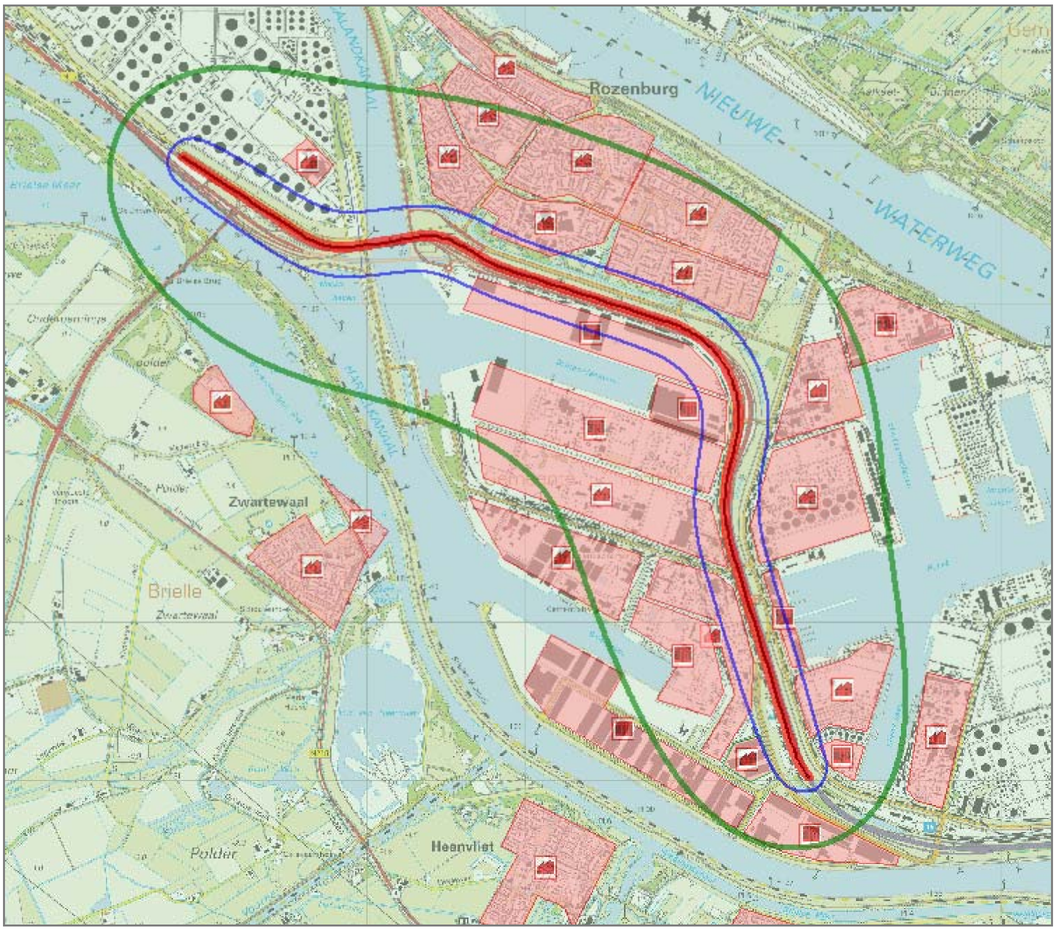
De objecten in tabel 23 en 24 zijn genummerd weergegeven in figuur 20. Ten behoeve van de duidelijkheid wordt alleen het deel van het Theemswegtracé met geïdentificeerde objecten getoond in figuur 20. Voor de overige grijze vlakken die gedeeltelijk binnen de veiligheidszone liggen, wordt aangenomen dat het geen verblijfsobjecten zijn en dus niet beperkt kwetsbaar of kwetsbaar.



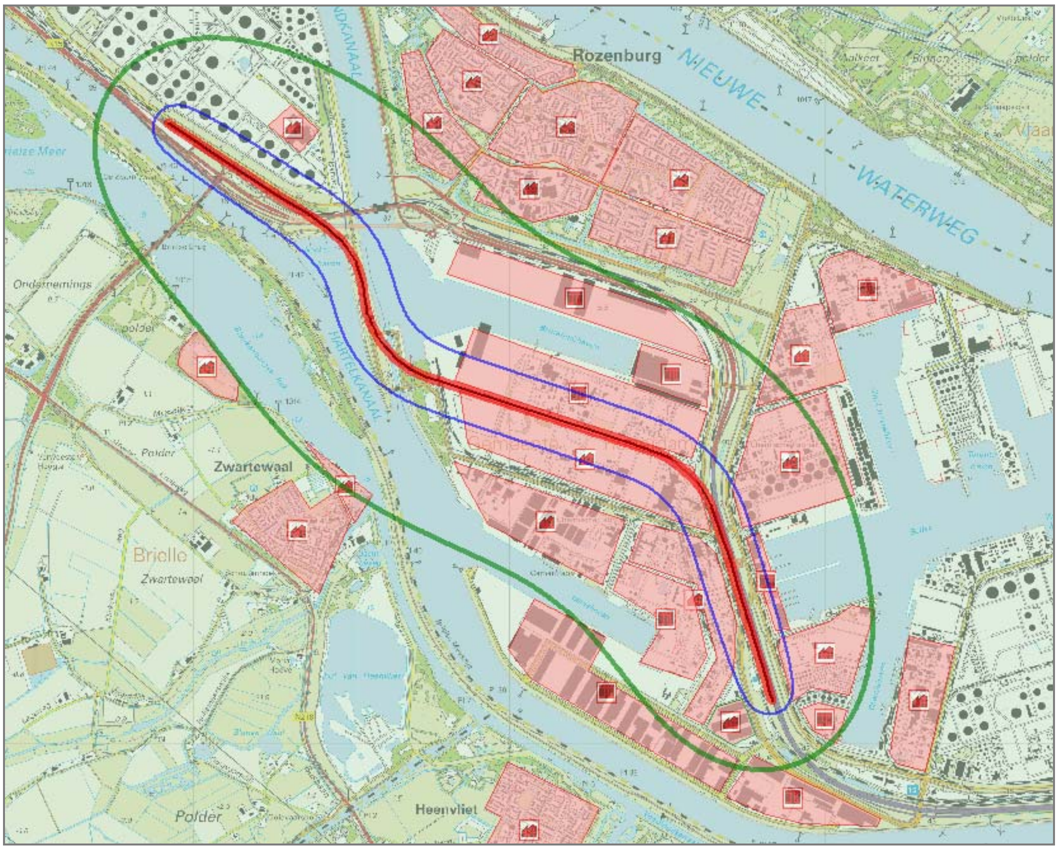
Figuur 20. (beperkt) Kwetsbare objecten nabij het Theemswegtracé

Bijlage 3. Plaatsgebonden risicocontouren spoor

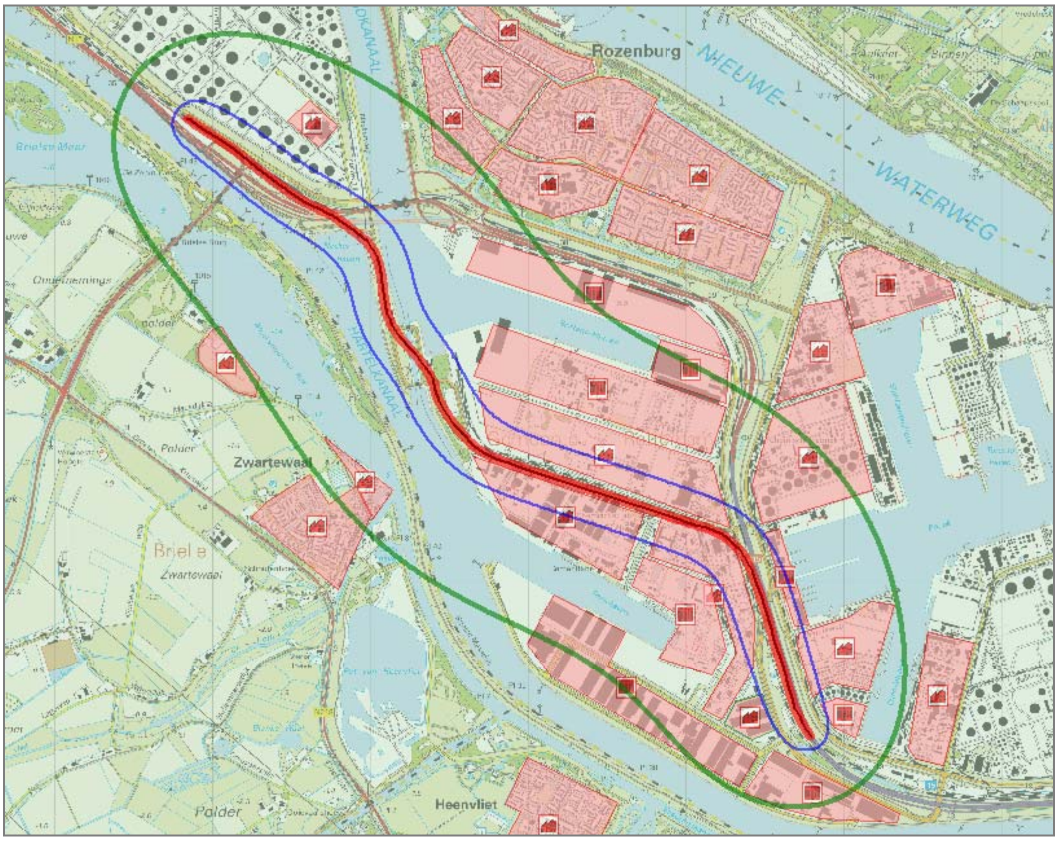
In de onderstaande figuren zijn de PR contouren van de alternatieven van het spoor weergegeven. In rood is de 10^{-6} contour weergegeven, in blauw de 10^{-7} contour, in groen de 10^{-8} contour.



Figuur 21. Plaatsgebonden risico nul-alternatief



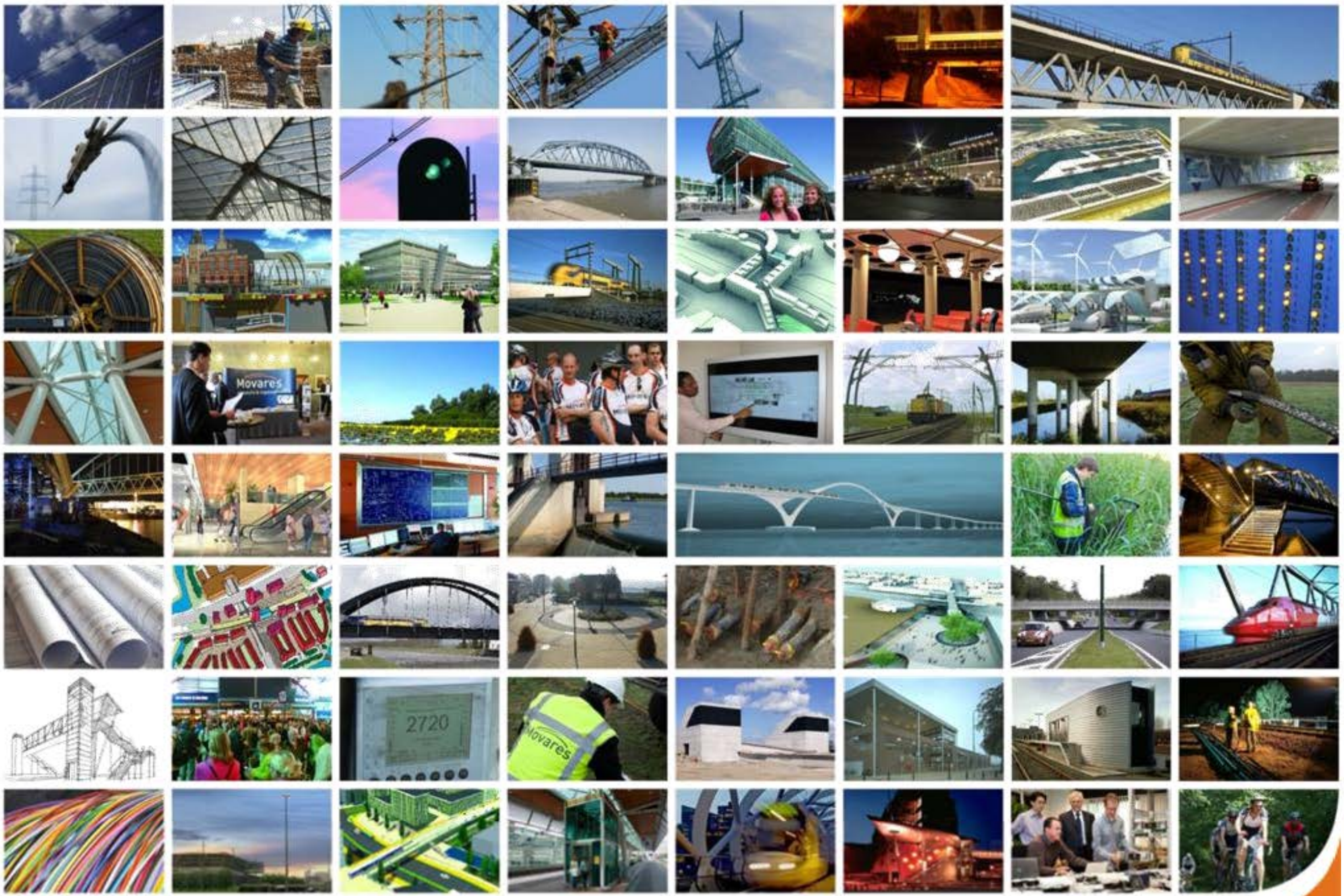
Figuur 22. Plaatsgebonden risico Huntsmantracé



Figuur 23. Plaatsgebonden risico Theemswegtracé

Project Calandbrug: Analyse Afstortrisico

Deelanalyse Domino-effecten



Analyse Domino-effecten

22 december 2014 - Versie 2.0

wij verbinden

Inhoudsopgave

Bijlage II: Definities scenario's / effecten

Bijlage III: Effectenmatrix

1 Inleiding

1.1 Project Calandbrug

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM), Havenbedrijf Rotterdam (HBR) en ProRail hebben een gezamenlijke projectorganisatie gestart voor de aanpak van het project Calandbrug. Voor het project is een MIRT-verkenning gestart. Dit betreft een verkenningsfase waarin alternatieven worden onderzocht die een oplossing vormen voor de volgende problemen:

- in 2020 bereikt de brug het einde van haar technische levensduur;
- voor het treinverkeer ontstaat een capaciteitsknelpunt: het vervoer per spoor over de Calandbrug neemt toe en tegelijkertijd zal de brug in de nabije toekomst steeds vaker opengaan voor het scheepvaartverkeer.

De verkenning geeft als concreet resultaat een plan-MER waarin voor diverse aspecten effectrapportages zijn opgenomen.

1.2 Risico's spoor en leidingen

Alle alternatieven van mogelijke tracés liggen op een verhoogde spoorbaan. Soms op een spoortalud, en soms op een kunstwerk. Een bijzonderheid daarbij is de aanwezigheid van een groot aantal leidingen en andere objecten waar gevaarlijke stoffen of elektriciteit wordt geproduceerd, opgeslagen en getransporteerd in de nabijheid van de verhoogde spoorbaan. Deze omstandigheid brengt diverse risico's met zich mee. Een denkbaar risico is de interactie tussen een ontspoorde, neerstortende trein/wagon en objecten met gevaarlijke stoffen die zich in de nabijheid van het spoor bevinden. Hierbij zijn scenario's denkbaar, waarbij de interactie tussen de wagoninhoud van de trein en de inhoud van de objecten van derden op maaiveldniveau kan leiden tot een bijzondere explosie of ander incident met slachtoffers. Een dergelijke combinatie van effecten wordt omschreven als "Domino-effect".

1.3 Definitie domino-effect

Een domino-effect is een effect dat ontstaat doordat een bepaalde ongewenste gebeurtenis een andere ongewenste gebeurtenis inleidt, waarvan het effect ter plaatse uitgaat boven het inleidende effect.

In dit onderzoek is de inleidende gebeurtenis gedefinieerd als:

- Het afstorten van een treindeel vanaf een spoorbaan in verhoogde ligging waardoor een voorziening wordt geraakt voor productie, opslag of transport van een gevaarlijke stof of elektriciteit.

Als andere ongewenste gebeurtenis wordt beschouwd:

- Het ongewenst vrijkomen van een gevaarlijke stof uit een voorziening voor productie, opslag of transport van een gevaarlijke stof of elektriciteit die zich bevindt in de nabijheid van het spoortraject.

Dit impliceert dat de volgende gebeurtenissen niet beschouwd worden in de analyse domino-effecten (niet limitatieve lijst van voorbeelden):

- Het vrijkomen van een gevaarlijke stof uit een afgestort treindeel zonder dat hierbij een ander object met gevaarlijke stoffen of elektriciteit wordt geraakt;
- Het raken van een voorziening voor de productie, opslag of transport van een gevaarlijke stof of elektriciteit door een afstortend treindeel, zonder dat daarbij gevaarlijke stoffen uit de betreffende voorziening vrijkomen.

1.4 Positionering van deze analyse

Gekoppeld aan de uitgebreide Tracéwetprocedure wordt de uitgebreide m.e.r. procedure doorlopen. In deze procedures worden ook de effecten van de plannen op het gebied van externe veiligheid (EV) bepaald.

1.5 De vraagstelling

ProRail en het HBR hebben aan Movares gevraagd een kwalitatieve risicoanalyse uit te voeren naar de domino-effecten. Die analyse moet resulteren in een overzicht waarin de domino-effecten van de projectalternatieven in kaart zijn gebracht en onderling kunnen worden vergeleken.

1.6 Gevolgde aanpak

Om te komen tot een onderbouwd antwoord op de vraagstelling, is een aantal stappen gezet. De opbouw van deze rapportage volgt het doorlopen stappenplan:

Stap 1: Het analyseren welke soorten van trein(delen) van de verhoogde baan naar beneden kunnen vallen;

Stap 2: Het maken van een inventarisatie van objecten die door een afstortende trein geraakt zouden kunnen worden;

Stap 3: Het beschrijven van de domino-effecten; de interactie tussen (de wagoninhoud van de) trein en de inhoud van de objecten die geraakt kunnen worden;

Stap 4: Het beschrijven van onderscheidende verschillen tussen de alternatieven voor wat betreft de domino-effecten.

2 Projectkenmerken

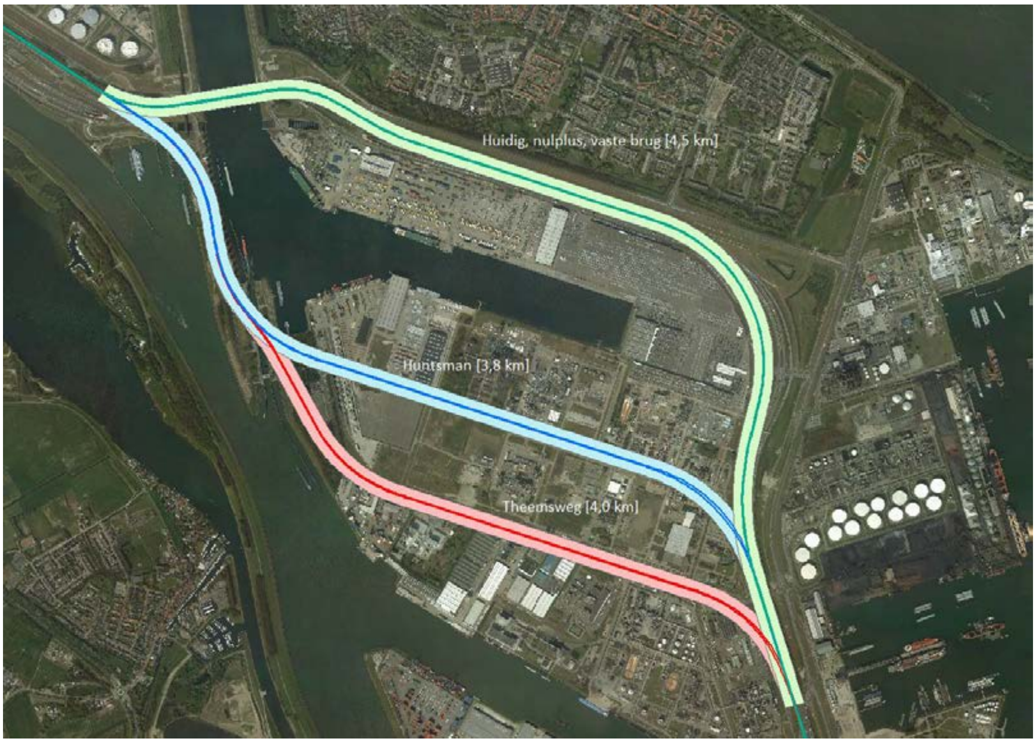
Gedetailleerde informatie over het project en de alternatieven is te vinden in de hoofd-rapportage van de planMER (Ref. [2]). In die planMER is onderbouwd waarom de volgende kansrijke alternatieven zijn geselecteerd:

- Nulplus-alternatief: grootschalige renovatie van de Calandbrug aangevuld met extra beter-benuttingsmaatregelen.
- Vaste brug
- Verlegging spoorlijn: Theemswegtracé.
- Verlegging spoorlijn: Huntsmantracé (tussen Theemsweg en Zuidkade).

De planMER bevat een beschrijving van deze vier kansrijke alternatieven.

2.1 Studiegebied

Onderstaande figuur toont het studiegebied van de analyse naar Domino-effecten.



2.2 Impactzone

Op de illustratie zijn de tracés zichtbaar met het invloedsgebied van 40 meter aan weerzijden van het spoor waarbinnen mechanische impact (trein raakt object) mogelijk is. Adviesbureau AVIV (Ref. [1]) heeft de afstand berekend waarbinnen een afstortende trein de grond zal raken, afhankelijk van treinsnelheid en hoogte van de spoorbaan. Bij een treinsnelheid van 80 km/uur raakt een afstortend treindeel de grond in een gebied tot maximaal 40 meter uit rand kunstwerk. Daarna kan het nog doorglijden. In dit onderzoek is binnen een gebied van 40 meter geïnventariseerd welke objecten daar voorkomen. Naast de mechanische impact waarbij de trein een object raakt, is er de mogelijkheid dat er door uitstroom van gevaarlijke stoffen uit het afgestorte treindeel (bijv. een explosie) op grotere afstand dan 40 meter schade ontstaat.

3 Vallende trein(delen)

Het mogelijk optredende domino-effect wordt enerzijds bepaald door hetgeen er van het spoor naar beneden valt, en anderzijds door wat dan onder de verhoogde ligging geraakt zou kunnen worden. In dit hoofdstuk wordt geanalyseerd welk soort treinen of delen van treinen naar beneden zouden kunnen storten. De indeling in soorten is gemaakt op basis van een onderscheidend domino-effect. Daarom zijn treindelen met gevaarlijke stoffen in meer detail uitgewerkt dan treindelen zonder gevaarlijke stoffen. De gevaarlijke stoffen die de treindelen kunnen bevatten zijn: Propaan, Ammoniak, Chloor, Pentaan, Acrylnitril en Acroleine.[1]

3.1 Treindeel geen gevaarlijke stof

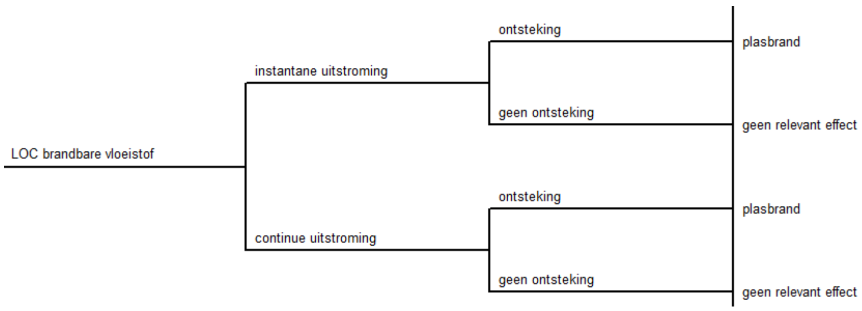
Hieronder worden verstaan de locomotief en losse wagons die leeg zijn, of die zijn geladen met goederen die niet aangemerkt worden als gevaarlijke stof. Wanneer zij op de grond vallen, is er slechts een dynamische impact. Er zullen geen gevaarlijke stoffen uit het treindeel stromen.
Inleidend effect: Dynamische impact uitgeoefend op de locatie waar de trein of het treindeel neerstort, en fysieke mechanische beschadiging van treinmaterieel en omgeving.

3.2 Losse lading

Voor het naar beneden komen van losse lading is geen ontsporing nodig. Het mogelijk inleidend effect is afhankelijk van het type lading. Als dit geen gevaarlijke stoffen bevat, zijn dezelfde effecten mogelijk als in 3.1 beschreven voor een treindeel zonder gevaarlijke stoffen. Zitten er wel gevaarlijke stoffen in de afgevallen lading, dan zijn de effecten mogelijk zoals omschreven in par. 3.3 tot en met 3.6. Om die reden wordt losse lading in de rest van de analyse niet separaat beschouwd.

3.3 Brandbare vloeistof

Een treindeel met brandbare vloeistof bevat stoffen zoals pentaan. Wanneer zo'n treindeel naar beneden valt en gaat lekken zal dat aanleiding geven tot de vorming van een plas. Bij ontsteking ervan zal een plasbrand optreden met warmtestraling als effect. Nabijgelegen objecten kunnen door direct contact met het vuur of door hittestraling ook ontbranden. Zonder lekkage is er slechts de dynamische impact. Onderstaande effectenboom geeft de scenario's weer van het inleidend effect.

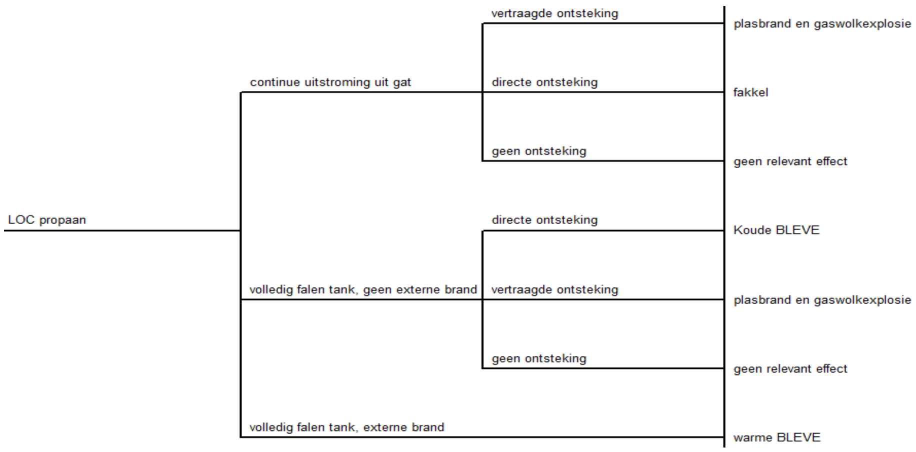


3-1: Effectenboom brandbare vloeistof

[1] Bron: Basisnet Spoor, Spoortraject Maasvlakte-Europoort-Botlek

3.4 Gecomprimeerd /vloeibaar brandbaar gas

Brandbaar gas (bijvoorbeeld propaan) kan gecomprimeerd of vloeibaar worden vervoerd over het spoor. Het vervoer van brandbare gassen (stofcategorie GF3) is vaak maatgevend voor de externe veiligheidsrisico's. Dit wordt veroorzaakt door het risico op een BLEVE[2]. Een BLEVE gaat gepaard met een grote vuurbal die een groot vernietigend effect heeft in de directe omgeving. Andere scenario's dan BLEVE kunnen resulteren in een plasbrand, fakkelbrand en gaswolkbrand. Zonder lekkage is er slechts de dynamische impact.



3-2: Effectenboom brandbaar gas

3.5 Toxische vloeistof

In een treindeel met vloeibaar toxische vloeistof kan acroleine of acrylnitril voorkomen. Als de vallende trein na het vallen niet lekt, is er alleen maar het dynamisch aspect. Als de wagon of container na de afstortpartij wel lekt kan zich een giftige plas en wolk verspreiden. Acrylonitril is zeer licht ontvlambaar en kan in combinatie met een ontsteking resulteren in grote vuurzee waarbij de giftige stof cyanide vrijkomt. Inademing hiervan of contact met de huid is zeer giftig. De vuurzee kan in de omgeving secundaire branden veroorzaken.



3-3: Effectenboom giftige vloeistof

[2] Warme BLEVE kan ontstaan door de hittestraling van een externe bron (plasbrand van een leiding, brand van naastgelegen treindeel). Door het opwarmingseffect zal de tank uiteindelijke bezwijken door de hoge inwendige druk. Een koude BLEVE wordt veroorzaakt door fysieke impact. Door decompressie zal de vloeistof snel en heftig gaan koken waardoor de druk in de tank toeneemt en uiteindelijk de tank zal doen exploderen.

3.6 Toxisch gas

Een treindeel met gecomprimeerd toxisch gas bevat ammoniak. Een afstortend treindeel veroorzaakt zonder lekkage alleen een dynamische impact. Door de afstorting kan de tank ook scheuren en een deel van de toxische vloeistof uitstromen. De toxische stof verdampt deels direct en wordt gedurende korte tijd meegevoerd door de wind. De resterende vloeistof vormt een toxische plas. Bij een zware ammoniakvergiftiging kan de dood het gevolg zijn. Bij effecten van ammoniak treedt flash-verdamping op, waardoor de grootste toxische effectafstanden van korte duur zijn.



3-4: Effectenboom giftig gas

4 Objecten nabij de verhoogde spoorbaan

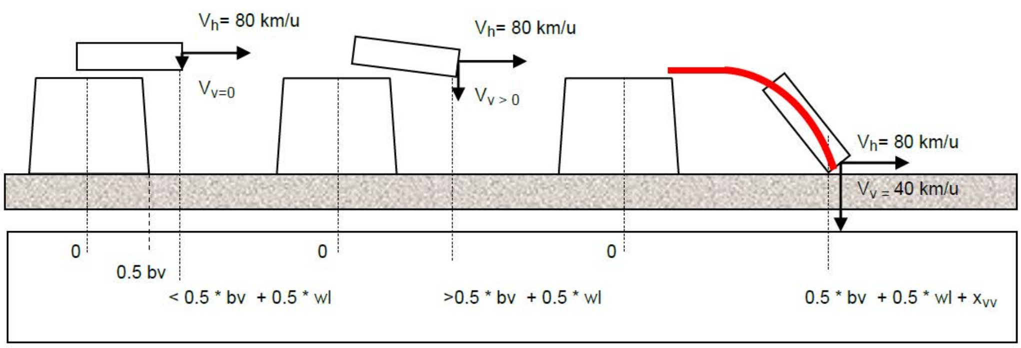
Op en onder het maaiveld langs de te analyseren tracés ligt een diversiteit aan objecten van een breed scala aan eigenaren en beheerders. Om inzicht te krijgen in mogelijk optredende domino-effecten moet bekend zijn welke objecten een vallend trein(deel) zou kunnen raken.

4.1 Invloedsgebied

De eerst te beantwoorden vraag is tot hoe ver buiten de spoorbaan een treindeel neer kan vallen. In onderhavig onderzoek hebben we te maken met twee situaties:

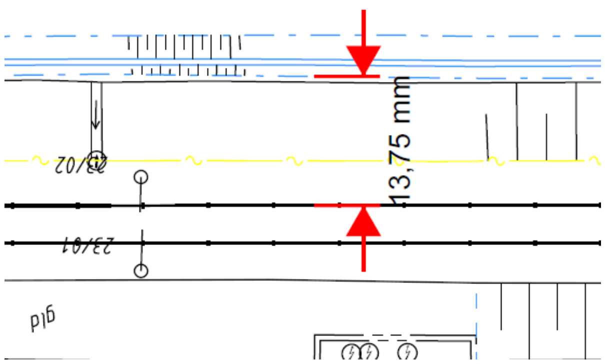
- Verhoogde spoorbaan op talud;
- Verhoogde spoorbaan op kunstwerk.

Adviesbureau AVIV (Ref. [1]) heeft de afstand berekend waarbinnen een afstortende trein de grond zal raken, afhankelijk van treinsnelheid en hoogte van de spoorbaan op kunstwerk. Bij een treinsnelheid van 80 km/uur raakt een afstortend treindeel de grond in een gebied tot maximaal 40 meter buiten de rand van een kunstwerk met hoogte van 6 meter. Daarna kan het nog doorglijden.



4-1: Model afstorten spoorwagen (Bron: AVIV)

Bij de verhoogde ligging op talud van de huidige situatie (Nul, Nulplus, Vaste Brug) bedraagt de afstand tussen as spoor en teen talud ongeveer 14 meter.



4-2: Breedte spoortalud huidig tracé in ophoging

In deze analyse is voor verhoogde ligging op kunstwerk en op talud dezelfde

impactzone aangehouden.

In dit onderzoek is binnen een gebied van 40 meter geïnventariseerd welke objecten daar voorkomen. Naast de mechanische impact waarbij de trein een object raakt, is er de mogelijkheid dat er door uitstroom van gevaarlijke stoffen uit het afgestorte treindeel in combinatie met een ontsteking, een brand of explosie volgt waardoor op grotere afstand dan 40 meter schade ontstaat.

4.2 Inventarisatie leidingen

De aanwezige leidingen zijn geïnventariseerd door de kabel- en leidingbestanden welke door HbR zijn aangeleverd, in te lezen in een GIS[3]. In het GIS zijn ook de spoorassen ingelezen, een topografische ondergrond en luchtfoto's. De geleverde leidinginformatie bood de mogelijkheid onderscheid te maken tussen leidingen op basis van de door de leiding getransporteerde stof. De volgende drie tabellen tonen het aantal strekkende meters leiding binnen het invloedsgebied van 40 meter.

Bestaand tracé	meters
aardgas (400mm)	1835
Chloor-achtigen/ chloor [C2I]	90
Chloor-achtigen/ zoutzuur [HCl]	90
Gas Hoge druk	940
isobutaan	80
LPG achtigen/ Etheen Ethyleen [CH4=CH2]	355
LPG achtigen/ propeen [C3H6] 4"	1270
Olie prod./ petroleum of kerosine (jetfuel)	3170
Olie prod./ ruwe olie	8620
Olie prod./gasolie=dieselolie	1660
propeen	1560
propyleen	80
stikstof (N2)	2070
syngas	240
tertiar butyl alcohol; TBA	80
vloeibare brandstof	4210
zuurstof O2 8"	1710
	28060

4-3: Strekkende meters leiding langs bestaand tracé

[3] GIS = Geografisch InformatieSysteem

Theemsweg	meters
aardgas	18
aniline	227
butaan	183
Chloor-achtigen/ formaldehyde 3"	450
Chloor-achtigen/ zoutzuur [HCl] 10"	218
Gas Hogedruk	780
isobutaan	132
koolmonooxide (CO) 4"	630
LPG achtigen/ Etheen Ethyleen [CH4=CH2]	750
LPG achtigen/ propyleenoxide [C3H6O] 3"	411
Methyleendifenyldi-isocyanaat (MDI)	221
Olie prod./ petroleum of kerosine (jetfuel)	16
Olie prod./ ruwe olie	26
propyleen 4"	519
Stikstof (N2)	785
tertiar butyl alcohol; TBA	172
waterstof (H2)	875
zuurstof [O2]	425
	6838

4-4: Strekkende meters leiding langs tracé Theemsweg

De informatie over leidingen in het private gebied van Huntsman bevat minder details. Hier was geen informatie beschikbare van elke specifiek leiding. Aangegeven is informatie welke stoffen er door leidingen getransporteerd worden[4], en middels een standaard dwarsprofiel[5] is de ligging van leidingstroken ten opzichte van het beoogd spoortracé aangegeven. Op basis van deze informatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De lengte van de samenloop tussen spoortraject en leidingen van Huntsman is 800 meter;
- Per genoemde stof is één leiding over de gehele lengte (800 meter) aanwezig binnen het beïnvloedingsgebied van mechanische impact.

Huntsman tracé	meters
aardgas	818
aniline	995
caustic	800
Chloor-achtigen/ chloor (vloeibaar)	800
Chloor-achtigen/ formaldehyde	1185
Chloor-achtigen/ zoutzuurgas [HCl]	988
di-amine-diphenyl-methane (DADPM)	800

[4] Bron: E-mail van R. Kwant (HbR) aan F.H. Hobelman (Movares), d.d. 27-1-2014, onderwerp "Leidingen / EV Huntsmanterrein";
[5] Bron: E-mail van P. ten Pierick (HbR) aan R. Kwant (HbR) en F. H. Hobelman (Movares), d.d. 27-1-2014, onderwerp "dwarsdoorsnede terrein Huntsman".

Huntsman tracé	meters
fosgeen	800
Gas Hogedruk	940
hexaandiamine	800
hexamethyleendiamine (HMD)	800
koolmonoxide (CO)	985
LPG achtigen/ Etheen Ethyleen [CH4=CH2]	800
LPG achtigen/ propyleenoxide [C3H6O] 3"	800
Methyleendifenyldi-isocyanaat (MDI) di-iso	800
Methyleendifenyldi-isocyanaat (MDI) polymerisch	990
Olie prod./ petroleum of kerosine (jetfuel)	817
Olie prod./ ruwe olie	827
Stikstof	1670
synthese gas	800
tertiar butyl alcohol; TBA	975
waterstof (H2)	1120
zuurstof [O2]	1165
	21475

4-5: Strekkende meters leiding langs tracé Huntsman

Behoudens de leidingen in de bovenstaande tabellen zijn er binnen de tracés nog meer kabels en leidingen aanwezig, namelijk elektriciteitskabels, telecommunicatiekabels, waterleidingen en rioleringbuizen. De interactie van een treindeel met deze typen leidingen leidt in eerste plaats niet tot een domino-effect. Wel kunnen er andere risico's ontstaan. Zo kan het uitvallen de stroom- of watervoorzieningen mogelijk invloed hebben op de veiligheid van bedrijfsinstallaties. Deze risico's zijn niet meegenomen in de beoordelingsmatrix.

4.3 Inventarisatie overige objecten/installaties

Objecten, anders dan leidingen, zijn geïnventariseerd door gebruik te maken van luchtfoto's en gesprekken met medewerkers van HbR. De onderstaande tabel tonen de objecten binnen het invloedsgebied.

Object/installatie	Tracé
Gasontvangstation, gasverdeelstation	Theemsweg, Huntsman
Propaantank	Huntsman (2x) Theemsweg (2x)
Ethyleenoxidetank (30m2) (brandbaar toxisch)	Huntsman (1x)
Waterstofopslag	Huntsman (1x)
Opslag methylacrylaat (LF2)	Huntsman (2x)

4-6: Overige objecten langs tracés

4.4 Inventarisatie voertuigen

Mogelijke kruisingen of parallelopen met voertuigen met gevaarlijke stoffen zijn geïnventariseerd door gebruik te maken van een GIS data en luchtfoto's. De kruisingen of parallelopen met voertuigen zijn weergegeven in figuur 4-9. Alle tracés kruisen een route met wegtransport van gevaarlijke stoffen. Het bestaande tracé kruist met de N15 en de andere twee varianten (Huntsman, Theemsweg) kruisen een weg bij de passage Thomassentunnel en de A15. Indien de Calandbrug wordt opgeheven zal een deel van het vervoer van gevaarlijke stoffen dat daarvan gebruik maakte via de route Neckarweg-Theemsweg gaan rijden. Deze route loopt voor een deel parallel aan het verhoogde spoortracé. Voor alle tracés is een domino-effect mogelijk als een vrachtwagen geladen met gevaarlijke stoffen zich binnen de mechanische impactzone bevindt ten tijden van een afstortend(e) trein(deel).

wegvak		Aantal GF3	
		huidig	*na ophef*
Z126	A15: afrit 13 - Afrit 15	11676	0
Z148	A15: Omleidingroute Thomassentunnel	11676	0
Z047	A15: afrit 12 - afrit 13 (incl. Thomassentunnel)	0	0
	Omleidingsroute Theemsweg (na opheffen Cal.brug)	0	11676

4-7: Aantal GF3 per wegvak (Bron: basisnet weg)

4.5 Inventarisatie vaartuigen

Kruisingen en parallelopen met vaartuigen zijn volgens dezelfde methodiek geïnventariseerd als de voertuigen. De kruisingen of parallelopen met vaartuigen zijn weergegeven in figuur 4-9**.** Voor de varianten Theemsweg en Huntsman kunnen domino-effecten optreden bij de passage Neckarhaven en Rozenburgsesluis. In de Neckarhaven vinden laad- en losactiviteiten plaats van schepen met gevaarlijke stoffen. Er kan mogelijk een domino-effect optreden doordat een vallend treindeel een schip raakt ten tijden van het laden of lossen. Bij de passage Rozenburgse sluis kan een domino-effect ontstaan doordat een afstortend treindeel een (wachtend) schip in de sluis raakt.

Op het bestaande tracé kan in theorie een domino-effect plaatsvinden bij de kruising spoorweg-vaarweg op de Calandbrug. Maar omdat er geen trein over de brug rijdt als er een schip onderdoor vaart, wordt dit scenario niet nader beschouwd. Indien wordt gekozen voor de variant 'vaste brug' zullen er geen zeeschepen meer onder de brug doorvaren, maar nog wel binnenvaartschepen. Daarom zal voor de variant 'vaste brug' een interactie treindeel – schip wel mogelijk zijn.
Door de grote volumes gevaarlijke stoffen die het schip mogelijk vervoerd zijn de te verwachten maximale domino-effectafstanden groot. Aan de hand van de referentiewaarden (tabel 4-8) in Basisnet Water (2008) is het type stof dat kan voorkomen in een schip bepaald. Het domino-effect is in de effectenmatrix beschreven.

Corridor	Maatgevende vaarweg	GF3	GT3	LF1	LF2	LT1
R'dam - Duitsland	Calandkanaal	2135	196	9882	13958	146

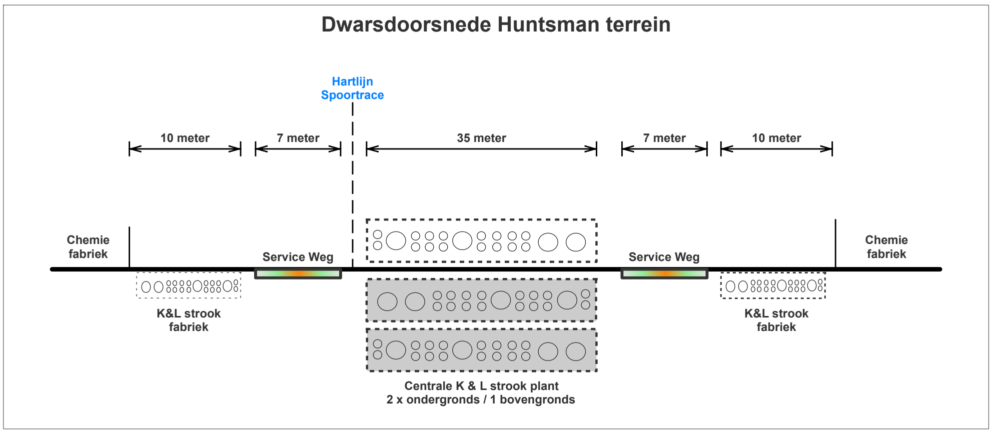
4-8: Scheepstransport Calandkanaal (bron: referentiewaarden Basisnet water, 2008)



4-9 : Interacties binnen de verschillende varianten

4.6 Inventarisatie bedrijven

Middels het standaard dwarsprofiel[6] is de ligging van de chemiefabriek(en) in het private gebied van Huntsman ten opzichte van het beoogde spoortracé aangegeven. Het dwarsprofiel laat zien dat de chemiefabriek op 17 meter vanaf de hartlijn spoortracé is gesitueerd.
Gedetailleerde informatie over de aanwezige installaties en interne afstanden tussen deze installaties was niet beschikbaar. Gegeven dat deze chemiefabriek onder het Brzo[7] valt is een domino-effect als gevolg van een afstortend treindeel aannemelijk. Daarbij zijn grote effectstanden te verwachten. Deze beredenering is meegenomen in de uiteindelijke beoordeling van de domino-effecten per tracé.



4-10 Standaard dwarsprofiel Huntsman terrein

[6] Bron: E-mail van P. ten Pierick (HbR) aan R. Kwant (HbR) en F. H. Hobelman (Movares), d.d. 27-1-2014, onderwerp “dwarsdoorsnede terrein Huntsman”.
[7] In het Besluit Risico Zware Ongevallen, 1999 (BRZO) zijn de Europese regels opgenomen voor inrichtingen met grote hoeveelheid gevaarlijke stoffen om zware ongevallen met gevaarlijke stoffen te voorkomen.

5 De domino-effecten

5.1 Afbakening analyse domino-effecten

Om onderscheid te maken tussen de alternatieven moet worden bepaald of een bepaald domino-effect kan optreden in het alternatief. De hoeveelheid en soort van mogelijk vallende treindelen is in alle alternatieven gelijk. In het kader van de planMER wordt volstaan met onderscheid tussen alternatieven uitsluitend op basis van de aan- en afwezigheid van te raken objecten die kunnen leiden tot een domino-effect.
Dit is een globale benadering waarbij de kans van optreden en ook de ernst van het domino-effect niet worden beschouwd. Daarvoor zou een diepgaandere studie nodig zijn omdat de ernst van een domino-effect niet alleen wordt bepaald door de aanwezigheid van een bepaalde gevaarlijke stof in een leiding, maar ook door zaken zoals diameter en druk in de leiding, grootte van uitstroom en weersinvloeden.

5.2 Effectenmatrix

De domino-effecten laten zich overzichtelijk in kaart brengen middels een matrix. In zo'n matrix, die hierna de 'Effectenmatrix' wordt genoemd, staat in de kolomkoppen een overzicht van soorten treindelen die van het spoor kunnen vallen, en in de rijkoppen de objecten die geraakt kunnen worden. De cel zelf bevat een beschrijving van het mogelijk optredend domino-effect. Het domino-effect wordt alleen beschreven indien het domino-effect uitgaat boven het inleidend effect. In de effectenmatrix (bijlage III) zijn alleen de 1:1 effecten beschreven.

	Inleidend effect: Vallend treindeel			
Object in nabijheid spoorbaan	Zonder gevaarlijke stof	Brandbare vloeistof (pentaan)	Gecomprimeerd brandbaar gas	Etc. >>
Leiding met brandbare vloeistof	<Effect interactie>	<Effect interactie>	<Effect interactie>	
Leiding met brandbaar gas	<Effect interactie>	<Effect interactie>	<Effect interactie>	
Etc.				

5.1 Voorbeeld effectenmatrix

5.3 Domino-effecten volgend op het eerste

Het is ook mogelijk dat een ongeval zich uitbreidt naar weer nieuwe objecten. In dat geval kan er een tweede domino-effect optreden volgend op het eerste. Voorbeelden hiervan zijn (niet limitatieve opsomming):

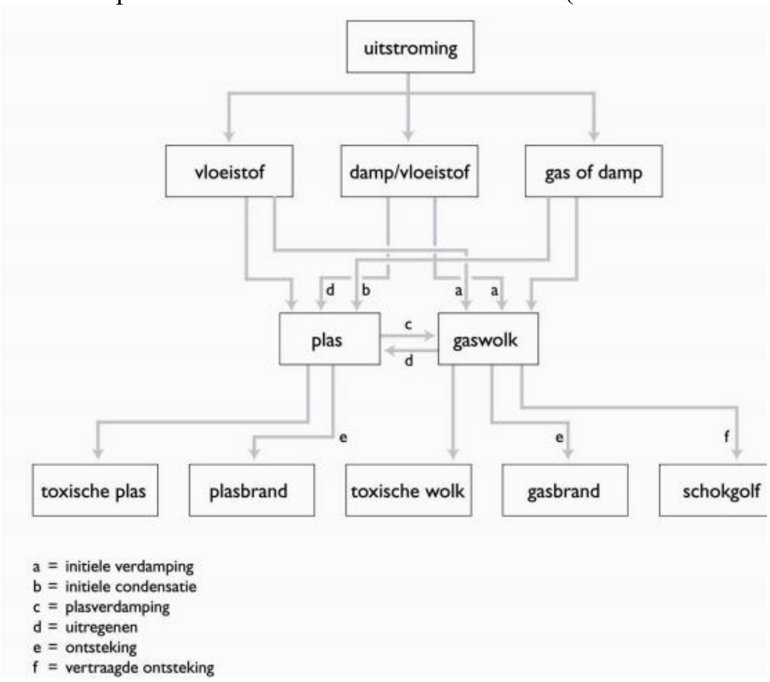
a. Het falen van één leiding leidt tot beschadigen van (een) naastgelegen leiding(en). Een kettingreactie zou ook mogelijk kunnen zijn. Het domino-effect kan optreden wanneer leidingen dicht op elkaar liggen en zal zich voordoen waar de onderlinge afstand tussen leidingen minder is dan 7-5 meter[8].
b. Het falen van een (of meerdere) leiding(en) kan ook leiden tot het falen van een installatie binnen een naastgelegen inrichting. Te denken valt aan een plasbrand van een leiding die leidt tot verhitting van een propaantank.
c. Er kan een domino-effect optreden tussen twee inrichtingen binnen een Brzo. Het falen van één inrichting met gevaarlijke stoffen (veroorzakende installatie)

[8] Handreiking buisleidingincidenten, 2006

kan een domino-effect veroorzaken bij een voor domino-effecten kwetsbare inrichting, een blootgestelde inrichting. Bijvoorbeeld het falen van bovengrondse bulkopslag/proces installaties die een domino-effect veroorzaakt bij een stukgoedopslag (gasflessenopslag).

5.4 Leidingen

De in tabel 5.2 beschreven effecten zijn gebaseerd op wat er feitelijk kan gebeuren als er een toxische of brandbare stof uit een leiding ontsnapt als gevolg van een afstortend treindeel. Wanneer een stof zich vermengt met de stof uit het treindeel kunnen er ook andere scenario's optreden dan beschreven in deze tabel. (zie effectenmatrix)



5.2 Scenario's uitstroming leidingen (bron: handreiking buisleidingincidenten, 2006)

Het uitgestroomde product kan zich buiten de leiding zowel in vloeistofvorm als in gasvorm manifesteren. Boven een vloeistofplas kan een dampwolk komen te hangen (letter a), en een stof die eigenlijk onder atmosferische omstandigheden gasvormig zou moeten worden, kan toch nog enige tijd als vloeistofplas blijven liggen, omdat er niet direct voldoende energie (warmte) aanwezig is om de faseovergang te bewerkstelligen (letter c in schema). Afhankelijk vervolgens van de vraag of de stof toxisch, brandbaar of toxisch én brandbaar is, zal een van de scenario's onderaan de gebeurtenissenboom optreden (of een combinatie daarvan). Hierbij moet opgemerkt worden dat het scenario 'schokgolf' alleen onder bepaalde omstandigheden plaats kan vinden. Het gas zit dan meestal 'opgesloten' en er is sprake van een explosieve concentratie.

5.5 Installaties

De geïnventariseerde (opslag)installaties (tabel 4.6) bevatten gevaarlijke stoffen die door een afstortende trein een domino-effect kunnen veroorzaken. Door fysieke impact kan een opslagtank scheuren waardoor de opgeslagen stof kan vrijkomen. Het falen van de installatie is ook mogelijk als gevolg van een opwarmingseffect (e.g. plasbrand als gevolg van een lekkend treindeel).
De interactie tussen een treindeel met brandbare vloeistof en een propaantank kan resulteren in een BLEVE scenario. Hierdoor kunnen grote effectafstanden ontstaan. De opslag van waterstof (LH2 of CH2)[9] in combinatie met een (brandend) treindeel kan vergelijkbare scenario's opleveren. De ethyleenoxidetank langs het Huntsman terrein kan door de interactie met een treindeel een domino-effect veroorzaken waarbij een grote brandbare toxische wolk ontstaat.

5.6 Voertuigen

Door de interactie met een vallend treindeel kan de tank van een voertuig met gevaarlijke stoffen scheuren en de inhoud uitstromen/vrijkomen. Het scenario dat kan optreden hangt af van het inleidend effect, het type stof in de tankwagen en of de stof ontstoken wordt.

5.7 Vaartuigen

Door de interactie met een vallend treindeel kan de tank van een schip met gevaarlijke stoffen scheuren en de inhoud uitstromen/vrijkomen. Het scenario's dat optreedt hangt af van het inleidend effect, het type stof in het schip en ontsteking. De grote hoeveelheid brandstof aan boord van een schip kan de effectafstanden vergroten.

5.8 Chemiefabriek

Door het gebrek aan informatie van de chemiefabriek is het beschrijven van de domino-effecten niet mogelijk. Welke domino-effecten kunnen optreden is afhankelijk van de type installaties zich binnen de mechanische impactzone bevinden. De afstand tussen de chemiefabriek en het Huntsmantracé bedraagt 17 meter[10]. Een optredend domino-effect kan grote effectafstanden veroorzaken doordat er binnen de chemiefabriek een kettingreactie kan ontstaan.

---

[9] Details (gecomprimeerd of vloeibaar) van waterstofopslag niet bekend
[10] Bron: E-mail van P. ten Pierick (HbR) aan R. Kwant (HbR) en F. H. Hobelman (Movares), d.d. 27-1-2014, onderwerp "dwarsdoorsnede terrein Huntsman".

6 Conclusies: Onderscheid tussen alternatieven

6.1 Analyse alternatieven

Onderscheid tussen alternatieven wordt bepaald op basis van de aan- en afwezigheid van te raken objecten die kunnen leiden tot een domino-effect. De kans van optreden wordt niet beschouwd en ook de ernst (letaliteit) van het domino-effect wordt buiten beschouwing gelaten. Een uitzondering is het onderscheid dat gemaakt wordt tussen de type leidingen. Leidingen met toxische of LPG-achtige stoffen worden in de analyse 'zwaarder' meegenomen dan leidingen met andere stoffen, doordat de te verwachten effectafstanden met toxische stoffen of LPG-achtige stoffen groter zijn dan met de andere stoffen. Voorbeeld: een lekkage van een buisleiding met chloor of formaldehyde is de te verwachte LBW[11] vele malen groter dan bij een gelijksoortige lekkage van een leiding met vloeibare brandstof.

6.2 Bevindingen analyse

Analyse van de aan- en afwezigheid van te raken objecten die kunnen leiden tot een domino-effect per alternatief, leidt tot de volgende conclusies:

- Binnen het gebied met mechanische impact van het alternatief Theemsweg liggen de minste strekkende meters gevaarlijke stoffen (6,8 km). De huidige situatie (= Nulplus en Vaste Brug) met 23,1 km en alternatief Huntsman met 21,5 km zijn ongeveer gelijkwaardig.
- Opvallend hoog is de lengte (ruim 11,5 km) leidingen met toxische gassen langs het alternatief Huntsman.
- Samenloop met leidingen met toxische stoffen en LPG-achtige stoffen (die het grootste effect hebben) komt bij Huntsman het meest voor. Langs het huidig tracé ligt in vergelijking met Huntsman en Theemsweg een relatief gering aantal leidingen met toxische stoffen;
- Opslag van gevaarlijke stoffen (e.g. propaantank, waterstofopslag) komen alleen voor bij alternatief Huntsman en Theemsweg
- Bedrijfsinstallaties van een chemiefabriek komen alleen voor binnen het beïnvloedingsgebied van alternatief Huntsman;
- Bij het tracé Vaste Brug is er bij de Calandbrug een domino-effect mogelijk tussen binnenvaartschepen en een afstortende trein.
  De alternatieven Theemsweg en Huntsman kruisen de Rozenburgse sluis en kennen een parallelloop met de Neckarhaven waar laad- en losactiviteiten van schepen met gevaarlijk stoffen plaatsvinden.
- Wat betreft de aanwezigheid van voertuigen geladen met gevaarlijke stoffen binnen het beïnvloedingsgebied wordt geconcludeerd dat deze in alle varianten voorkomen.

Uit bovenstaande analyse volgt de volgende waardering van de alternatieven:

Object	0	Vaste brug	Theemsweg	Huntsman
Leidingen	0	0	0	--
(Opslag)installaties	0	0	-	--
Wegtransport	0	0	0	0
Scheeptransport	0	0/-	-	-
Chemiefabriek	0	0	0	--

6-1: Waardering alternatieven per type geraakt object

[11] Levens Bedreigende Waarde (LBW)

De varianten Nulplus en Vaste Brug zijn gelijkwaardig beoordeeld. Door een mogelijk domino-effect met een binnenvaartschip is het alternatief Vaste Brug op dit aspect minder beoordeeld, maar dit minimale verschil werkt niet door in de eindscore.

Het alternatief Theemsweg scoort wat betreft de mogelijke domino-effecten ongunstig ten opzichte van het huidig tracé =(Nulplus en Vaste Brug). Bij alternatief Theemsweg liggen wel minder leidingen in de samenloop, maar daar zitten veel meer leidingen met toxische stoffen bij dan bij het huidig tracé. De negatieve beoordeling is te wijten aan de aanwezigheid van opslaginstallaties, de kruising met Rozenburgsesluis en de parallelloop met de Neckarhaven.

Alternatief Huntsman scoort wat betreft de mogelijke domino-effecten zeer ongunstig. In dit alternatief liggen er aan twee zijden van het geprojecteerde spoortracé stroken met gevaarlijke stoffen. Tevens zijn er meerdere opslaginstallaties aanwezig en is er op 17 meter van het Huntsman tracé een chemiefabriek gelegen. Daarbij bezit het alternatief Huntsman, net als Theemsweg, ook de parallelloop met de Neckarhaven en kruising met Rozenbrugsesluis.

Beoordelingsaspecten	Criterium	Nulplus	Vaste brug	Theemsweg	Huntsman
Externe veiligheid	Domino-effecten	0	0	-	- -

6-2: Beoordelingsmatrix domino-effecten

6.3 Relatie met andere onderzoeken

Deze analyse beschouwt slechts de effecten van een incident. Het onderscheid tussen de alternatieven is gemaakt op basis van de aanwezigheid van leidingen, installaties, voer- en vaartuigen in de nabijheid van de spoortracés.
De kans dat een trein op een spoortracé ontspoort en naar beneden valt, is in andere onderzoeken geanalyseerd en is niet meegenomen in de beoordeling van de alternatieven hierboven..
Movares heeft in ref. [7] de kans op ontsporen en afstorten berekend. Die berekeningen van kansen voor ontsporen en escaleren zijn gebaseerd op casuïstiek hetgeen een voldoende onderbouwing is. Voor berekening van de afstortkans is gebruik gemaakt van expert-opinion. Het advies in het rapport van Movares is om de afstortkans middels gericht onderzoek nader te beschouwen.
Dit gericht onderzoek is uitgevoerd door Lloyds Register (Ref. [8]). Lloyds concludeert dat de constructie van de kunstwerken die gebouwd worden voor alternatieven Theemsweg en Huntsman sterk genoeg gemaakt kan worden om te voorkomen dat ontspoorde treinen naar beneden storten. Deze tracés scoren daarom uiteindelijk positief voor wat betreft domino-effecten.

Colofon

Opdrachtgever	ProRail B.V. Dhr. J.J. van der Lit
Uitgave	Movares Nederland B.V. Afdeling Consultancy: RAMS en Risicobeheer Daalseplein 101 Postbus 2855 3500 GW Utrecht
Telefoon	0651093176
Ondertekenaar	Hobelman, FH Risico- en Safetymanager
Projectnummer	RA001186
Opgesteld door	Gijs Coenraads

Bijlage I: Referentiedocumenten

[1] Evaluatie domino-effecten tracé Calandbrug,
AVIV, Rapportnr. 122415, 3 juli 2013

[2] PlanMER Calandbrug,

[3] Handreiking Buisleidingincidenten, 2006

[4] Basisnet weg

[5] Basisnet spoor

[6] Basisnet water

[7] Project Calandbrug: Analyse Afstortrisico, Beoordeling alternatieven
Movares, E60-FHO-KA-1400019, versie 2.0, 22 december 2014

[8] Vraagstelling berekening Calandbrug
Optredende krachten bij verschillende ontsporingscenario's.
Lloyds Register Rail, OI/EJ/4651/03-548813, versie 2, 02-09-2014

Bijlage II: Definities scenario's / effecten

1. Fakkelbrand scenario

Een fakkelbrand scenario ontstaat wanneer gas onder druk vrijkomt en direct tot ontsteking komt. Dit kan bijvoorbeeld optreden wanneer een pijpleiding scheurt met aardgas onder verhoogde druk. Fakkels gedragen zich letterlijk als een steekvlam met een zeer hoge warmteontwikkeling en kunnen een grote reikwijdte bereiken.

2. Plasbrand scenario

Een plasbrand ontstaat doordat een vloeibare plas brandbare vloeistof (benzine) of vloeibaar brandbaar gas (LPG) zelf ontsteekt of als een gaswolkbrand terugbrand tot de plas. Een plasbrand is een zeer intensieve brand en het effect dat optreedt bij een ongeval met enkel brandbare vloeistoffen is vooral warmtestraling. De omvang van het effect wordt beïnvloed door de oppervlakte van de plasbrand. Plasbranden vormen een groot gevaar voor materialen binnen het effectgebied.

3. Gaswolkbrand scenario

Een gaswolkbrand kan ontstaan wanneer een vloeibare brandbare plas verdampt en tot ontsteking komt of wanneer een vrijgekomen brandbaar gas vertraagd tot ontsteking komt. In enkele gevallen kan de gaswolkbrand terugbranden naar de plas of de bron. Een gaswolkbrand is van nature tijdelijk en duurt niet lang. Voor mensen en materialen in de brandzone kan een gaswolkbrand fataal zijn, maar de totale warmtestraling naar een object of persoon in de buurt is substantieel lager dan een plasbrand of fakkel op dezelfde afstand. Een gaswolkbrand veroorzaakt zelden een significante schade aan mensen en materialen buiten de vlammenzone.

4. Vuurbal scenario

Een vuurbal is een brandscenario die grote warmtestralingafstanden kan ontwikkelen. Er zijn twee type vuurballen:

- Een vuurbal als gevolg van een ontsteking van een grote verzameling brandbare dampen op atmosferische druk.
- Een vuurbal als gevolg van een breuk in een tank onder verhoogde druk

5. BLEVE scenario

Het maatgevende effect bij een ongeval met een wagon gevuld met tot vloeistof verdicht brandbaar gas is een zogenaamde BLEVE (boiling liquid expanding vapor explosion). Bij een BLEVE ontwikkelt zich een vuurbal met een zeer intense kortstondige (< 30 sec.) warmtestraling en is er tegelijkertijd sprake van een zware drukgolf die een fractie van een seconde duurt. De vuurbal kan een straal hebben van 150 - 180 meter. Bouwwerken die zich binnen de vuurbal bevinden worden verwoest. Er wordt onderscheid gemaakt tussen een koude en warme BLEVE.

warme BLEVE:
Wanneer een tank in een treindeel met bijvoorbeeld LPG wordt blootgesteld aan vuur, zal de tank verwarmd worden. De gevormde damp in de tank zal de inwendige druk doen stijgen. Wanneer de druk hoger wordt dan de instelwaarde van het overdrukventiel, zal deze (gas) gaan afblazen. Een overdrukventiel zal in een brandsituatie niet voldoende gas laten ontsnappen om de drukopbouw voldoende te verminderen. Uiteindelijk bezwijkt de tank doordat deze niet langer bestand is tegen de inwendige druk . Door het bezwijken van de tank daalt de druk en daalt ook de temperatuur waarbij de vloeistof kookt. Er zal dan ook plotseling een grote hoeveelheid damp gevormd worden die door het omringende vuur ontstoken zal worden. Het ontsteken van een dergelijke grote hoeveelheid damp gaat gepaard met een grote vuurbal die een groot vernietigend effect heeft in de directe omgeving

koude BLEVE
Een koude BLEVE is een explosie door beschadiging van een houder. Een houder in een treindeel kan openscheuren als gevolg van de invloed van de afstorting. Door de opening in de houder kan een deel van het gas relatief snel ontsnappen (de hoeveelheid gas in een gevulde houder is meestal vrij beperkt). Door de snelle decompressie zal de vloeistof onmiddellijk en zeer heftig gaan koken waardoor grote hoeveelheden gas vrijkomen. Hierdoor stijgt de druk in de houder zeer snel tot een extreem hoog niveau. Door deze hoge druk zal een tweede drukgolf de houder verlaten maar kan de houder het ook onder explosieve omstandigheden begeven.

6. Toxisch scenario

Door het verdampen van een toxische vloeistof of door het vrijkomen van een toxisch gas, ontstaat een toxische wolk. Deze wolk zal zich met de wind verspreiden (de gemiddelde windsnelheid in Nederland bedraagt 5 m/s). De wijze van verspreiding is sterk afhankelijk van de verdere weersgesteldheid op dat moment. Mensen die in een gebouw verblijven, ondervinden hierdoor gedurende enige tijd bescherming. De beschermingstijd is afhankelijk van de tijd die de wolk nodig heeft om in het gebouw door te dringen

7. Explosie scenario

Er zijn twee typen explosies, namelijk detonatie en deflagratie.
Deflagratie is een snelle verbranding met veel warmte en licht. Een reactiefront plant zich voort door middel van een gasluchtmengsel met een snelheid onder de geluidssnelheid. Het verbrandingsproces gaat zo snel dat een explosie met drukgolven (radiating overpressure wave) ontstaat. Hierbij is ook een vuurbal mogelijk. De meeste gas- stofexplosies zijn typische deflagraties.
Detoneren is het daadwerkelijk doen ontploffen en zijn dus veel meer verwoestend. Een deflagratie die kan blijven versnellen (bijvoorbeeld in een lange leiding) kan uiteindelijk overgaan in een detonatie; de snelheid dis nu veel meer dan de geluidssnelheid. Detonaties vinden normaal gesproken plaats bij stoffen met een hoge reactiviteit zoals acetyleen, ethyleen en waterstof (waterstof-zuurstofmengsel).

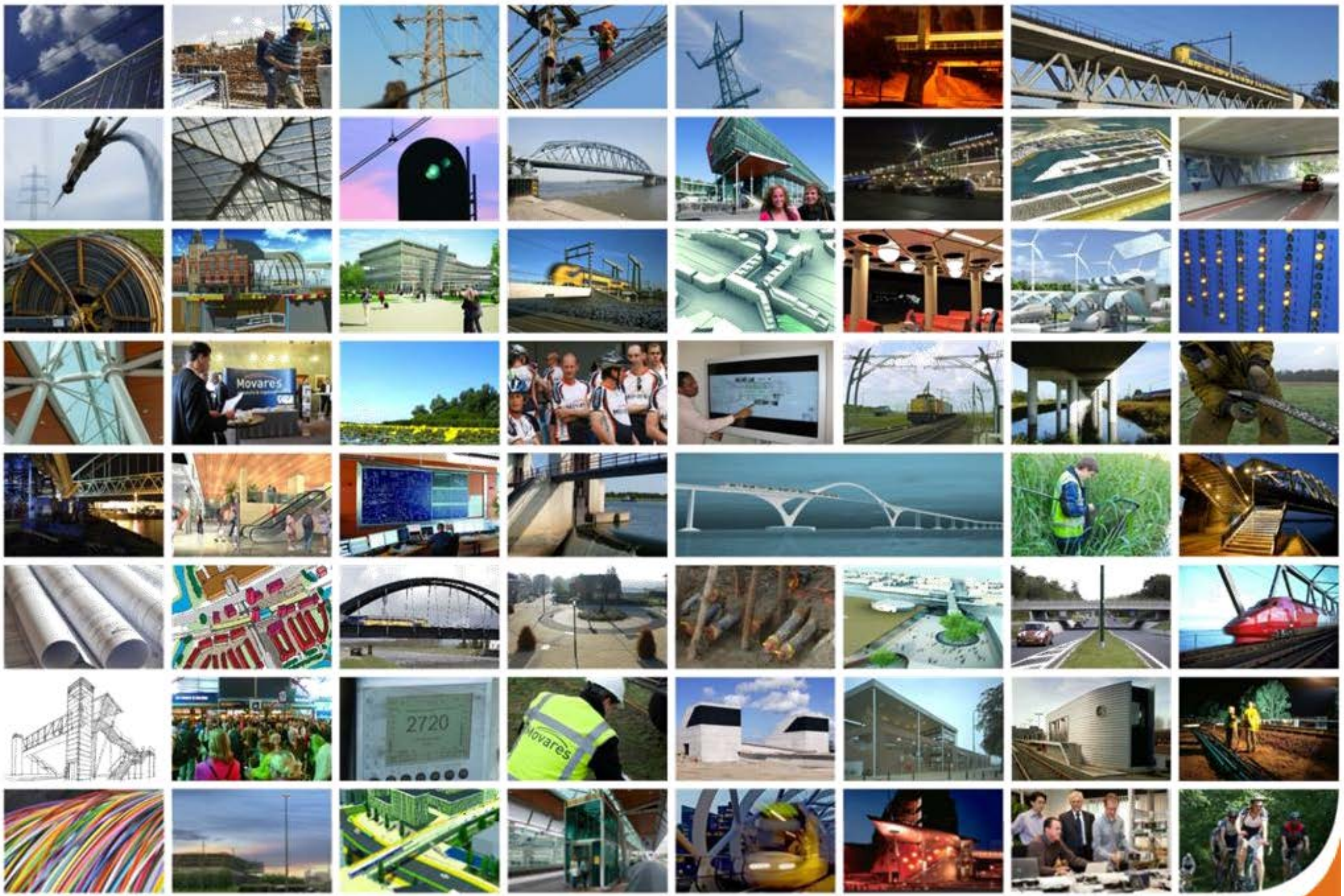
Bijlage III: Effectenmatrix

Matrix bij samenstellen PDF-format toevoegen.

7 Project Calandbrug: Analyse Afstortrisico, Beoordeling alternatieven

Project Calandbrug: Analyse Afstortrisico

Beoordeling alternatieven



22 december 2014 - Versie 2.0

wij verbinden

Inhoudsopgave

Bijlage II: Leidinglengte in impactzone

Bijlage III: Ontsporing naar binnenzijde

1 Inleiding

1.1 Project Calandbrug

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM), Havenbedrijf Rotterdam (HBR) en ProRail hebben een gezamenlijke projectorganisatie gestart voor de aanpak van het project Calandbrug. Voor het project is een MIRT-verkenning gestart. Dit betreft een verkenningsfase waarin alternatieven worden onderzocht die een oplossing vormen voor de volgende problemen:

- in 2020 bereikt de brug het einde van haar technische levensduur;
- voor het treinverkeer ontstaat een capaciteitsknelpunt: het vervoer per spoor over de Calandbrug neemt toe en tegelijkertijd zal de brug in de nabije toekomst steeds vaker opengaan voor het scheepvaartverkeer.

De verkenning geeft als concreet resultaat een plan-MER waarin voor diverse aspecten effectrapportages zijn opgenomen.

1.2 Risico's spoor en leidingen

Alle alternatieven van mogelijke tracés liggen op een verhoogde spoorbaan. Soms op een spoortalud, en soms op een kunstwerk. Een bijzonderheid daarbij is de aanwezigheid van een groot aantal leidingen en andere objecten waar gevaarlijke stoffen of elektriciteit wordt geproduceerd, opgeslagen en getransporteerd in de nabijheid van de verhoogde spoorbaan. Deze omstandigheid brengt diverse risico's met zich mee. Een denkbaar risico is de interactie tussen een ontspoorde, neerstortende trein/wagon en objecten met gevaarlijke stoffen die zich in de nabijheid van het spoor bevinden. Hierbij zijn scenario's denkbaar, waarbij de interactie tussen de wagoninhoud van de trein en de inhoud van de objecten van derden op maaiveldniveau kan leiden tot een bijzondere explosie of ander incident met slachtoffers. Een dergelijke combinatie van effecten wordt omschreven als "Domino-effect".

1.3 Definitie domino-effect

Een domino-effect is een effect dat ontstaat doordat een bepaalde ongewenste gebeurtenis een andere ongewenste gebeurtenis inleidt, waarvan het effect ter plaatse uitgaat boven het inleidende effect.

In dit onderzoek is de inleidende gebeurtenis gedefinieerd als:

- Het afstorten van een treindeel vanaf een spoorbaan in verhoogde ligging waardoor een voorziening wordt geraakt voor productie, opslag of transport van een gevaarlijke stof of elektriciteit.

Als andere ongewenste gebeurtenis wordt beschouwd:

- Het ongewenst vrijkomen van een gevaarlijke stof uit een voorziening voor productie, opslag of transport van een gevaarlijke stof of elektriciteit die zich bevindt in de nabijheid van het spoortraject.

1.4 Positionering van deze analyse

Gekoppeld aan de uitgebreide Tracéwetprocedure wordt de uitgebreide m.e.r. procedure doorlopen. In deze procedures worden ook de effecten van de plannen op het gebied van externe veiligheid (EV) bepaald. Deze analyse afstortkans is één van de analyses behorende tot het onderdeel EV uit de planMER.

1.5 De vraagstelling

ProRail en het HBR hebben aan Movares gevraagd per projectalternatief te kwantificeren hoe groot de kans is dat een trein of treindeel van de verhoogde spoorbaan naar beneden stort op een plaats waar de trein een leiding zou kunnen raken.

1.6 Gevolgde aanpak

Om te komen tot een onderbouwd antwoord op de vraagstelling, is een aantal stappen gezet. De opbouw van deze rapportage volgt het doorlopen stappenplan:

Stap 1: Bereken de kans op ontsporen per treinkilometer (par. 3.1)

Stap 2: Bereken de kans op afstorten aan zijde leidingen per treinkilometer (3.2)

Stap 3: Vermenigvuldig, voor elk alternatief, die kans met het aantal treinen en met de lengte van het spoortraject waar sprake is van samenloop met een leidingenstrook. (hst. 4)

In hoofdstuk 5 worden de uitkomsten van de berekening samengevat. Daar wordt per projectalternatief aangegeven hoe groot de kans is dat een trein of treindeel van de verhoogde spoorbaan naar beneden stort op een plaats waar de trein een leiding zou kunnen raken.

Hoofdstuk 6 bevat nog aanvullende informatie. In dat hoofdstuk wordt ingegaan op de volgende vraagstukken:

- Hoe groot is de kans dat na het afstorten een leiding daadwerkelijk kapot gaat?
- Zijn er nog aanvullende maatregelen in het ontwerp op te nemen waardoor de risico's verlagen?

2 Projectkenmerken

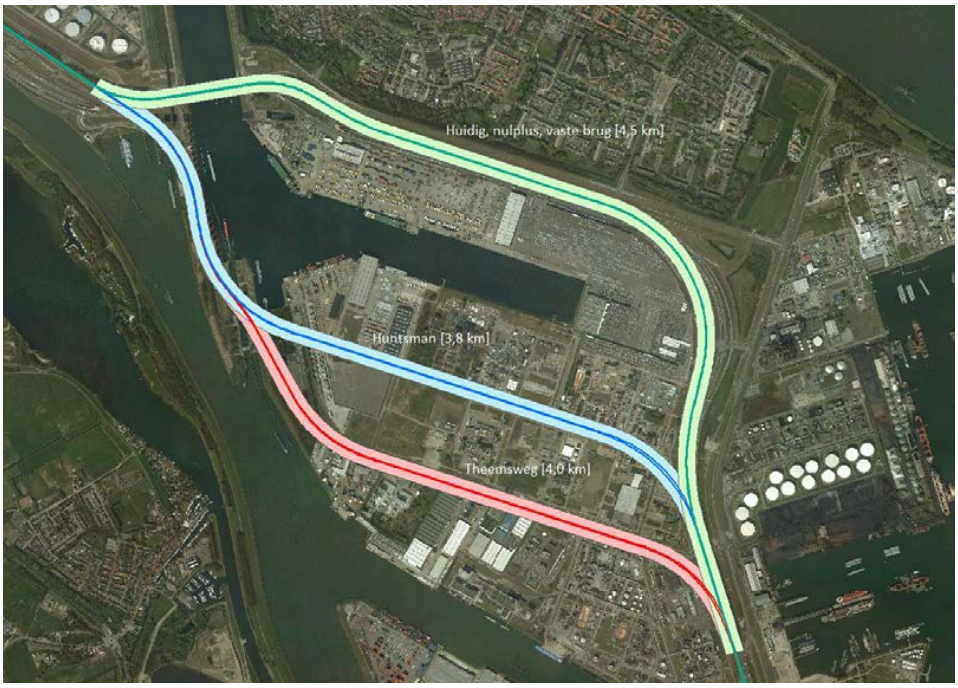
Gedetailleerde informatie over het project en de alternatieven is te vinden in de hoofd-rapportage van de planMER (Ref.[2]). In die planMER is onderbouwd waarom de volgende kansrijke alternatieven zijn geselecteerd:

- Nul-alternatief: Niets doen.
- Nulplus-alternatief: grootschalige renovatie van de Calandbrug aangevuld met extra beter-benuttingsmaatregelen.
- Vaste brug
- Verlegging spoorlijn: Theemswegtracé.
- Verlegging spoorlijn: Huntsmantracé (tussen Theemsweg en Zuidkade).

De planMER bevat een beschrijving van deze vier kansrijke alternatieven.

2.1 Studiegebied

Onderstaande figuur toont het studiegebied van de analyse naar Domino-effecten.



2.2 Impactzone

Op de illustratie zijn de tracés zichtbaar met het invloedsgebied van 40 meter aan weerzijden van het spoor waarbinnen mechanische impact (trein raakt object) mogelijk is. Adviesbureau AVIV (Ref. [1]) heeft de afstand berekend waarbinnen een afstortende trein de grond zal raken, afhankelijk van treinsnelheid en hoogte van de spoorbaan. Bij een treinsnelheid van 80 km/uur raakt een afstortend treindeel de grond in een gebied tot maximaal 40 meter uit rand kunstwerk. Daarna kan het nog doorglijden.

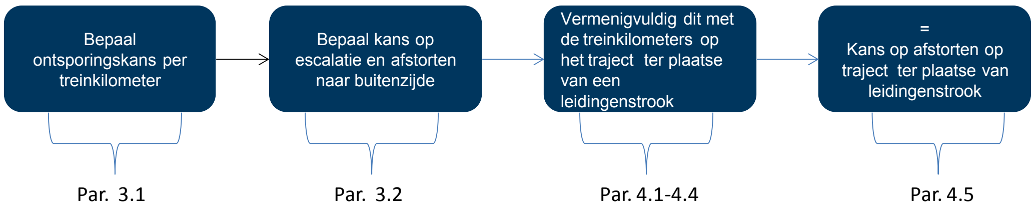
In dit onderzoek naar de afstortkans is binnen een gebied van 40 meter geïnventariseerd welke objecten daar voorkomen. Naast de mechanische impact waarbij de trein een object raakt, is er de mogelijkheid dat er door uitstroom van gevaarlijke stoffen uit het afgestorte treindeel (bijv. een explosie) op grotere afstand dan 40 meter schade ontstaat.

3 Gevolgde berekeningsmethodiek

In dit hoofdstuk wordt de gevolgde berekeningsmethodiek beschreven. In deze analyse zult u de volgende begrippen aantreffen:

- Ontsporingskans:
  De kans dat de wielen van een trein of treindeel naast de spoorstaaf terecht komen.
- Escalatiekans:
  De kans dat de ontspoorde trein binnen het profiel van het nevenspoor komt of zodanig buiten het eigen profiel van vrije ruimte komt dat objecten naast het spoor (kunnen) worden geraakt.
- Afstortkans:
  De kans dat een geëscaleerde trein of treindeel van het kunstwerk of baanlichaam valt;
- Trefkans:
  De kans dat een afgestorte trein of treindeel een leiding daadwerkelijk raakt.
- Schadekans:
  De kans dat een door een trein of treindeel getroffen leiding zodanig beschadigd dat de inhoud van de leiding (gas, vloeistof) zal ontsnappen.

In de gevolgde methodiek komen achtereenvolgens aan de orde:

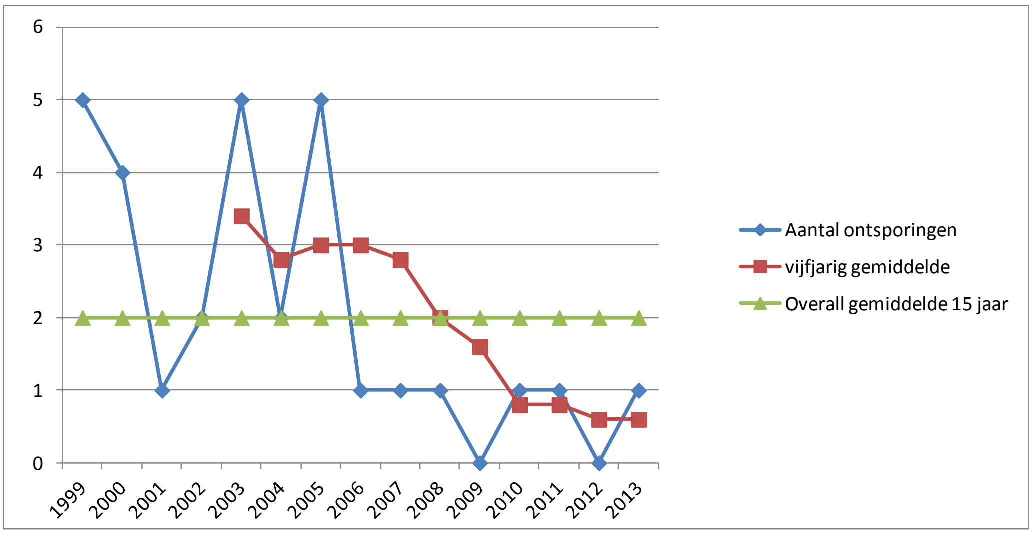


3.1 Ontsporingskans per treinkm.

Bij de bepaling van de ontsporingskans per treinkilometer, wordt gebruik gemaakt van landelijke casuïstiek. Daarmee wordt eerst bepaald hoe groot de gemiddelde ontsporingskans is van goederentreinen op het landelijk spoorwegnet (par. 3.1.1). Vervolgens wordt in paragraaf 3.1.3 gekeken welke verschillen er zijn tussen de infrastructuur van het landelijk spoorwegnet, en de infrastructuur van het te onderzoeken tracé. Dit leidt tot een ontsporingskans op de te onderzoeken tracés.

3.1.1. Ontsporingskans landelijk

De ontsporingskans per treinkilometer is bepaald op casuïstiek van 30 ontsporingen van goederentreinen in de periode 1999 t/m 2013. De casuïstiek is beschikbaar gesteld door ProRail [5] voor de periode 1999 t/m 2008, en aangevuld met de drie ontsporingen van goederentreinen in de periode 2009 t/m 2013 op basis van onderzoeksrapporten en feitenbladen.
Onderstaande grafiek toont het aantal ontsporingen van goederentreinen per jaar, het voortschrijdend vijfjarig gemiddelde en het overall gemiddelde over 15 jaar.



De grafiek toont een dalende lijn in het aantal ontsporingen van goederentreinen. Dit is voldoende reden om niet te rekenen met het gemiddelde van 2 ontsporingen per jaar.

In de berekening is gekozen voor een gemiddelde van 1,5 ontsporingen per jaar.

Bij berekening van ontsporingskansen wordt uitgegaan van het aantal ontsporingen per treinkilometer. Om dat te bepalen moet bekend zijn hoeveel treinkilometers er in de periode van 1999 t/m 2013 zijn gereden met goederentreinen. De rapportage van ProRail [5]geeft aan dat het precieze aantal goederentreinkilometers in de periode 1999 – 2008 onbekend is. Wel bevat dit rapport de kilometers uit de jaren 2003 – 2008 uitgedrukt in miljoenen treinkilometers.

2003	2004	2005	2006	2007	2008
10,9	8,8	9,4	9,8	11,5	9,9

ProRail schat vervolgens het aantal goederentreinkilometers in op 100 miljoen treinkilometers voor de periode 1999 – 2008.

Uit trendanalyses van ILT en jaarverslagen van de Nederlandse Autoriteit voor spoorwegveiligheid over de periode 2010 t/m 2012 is nog het volgende af te leiden over het aantal goederentreinkilometers per jaar.

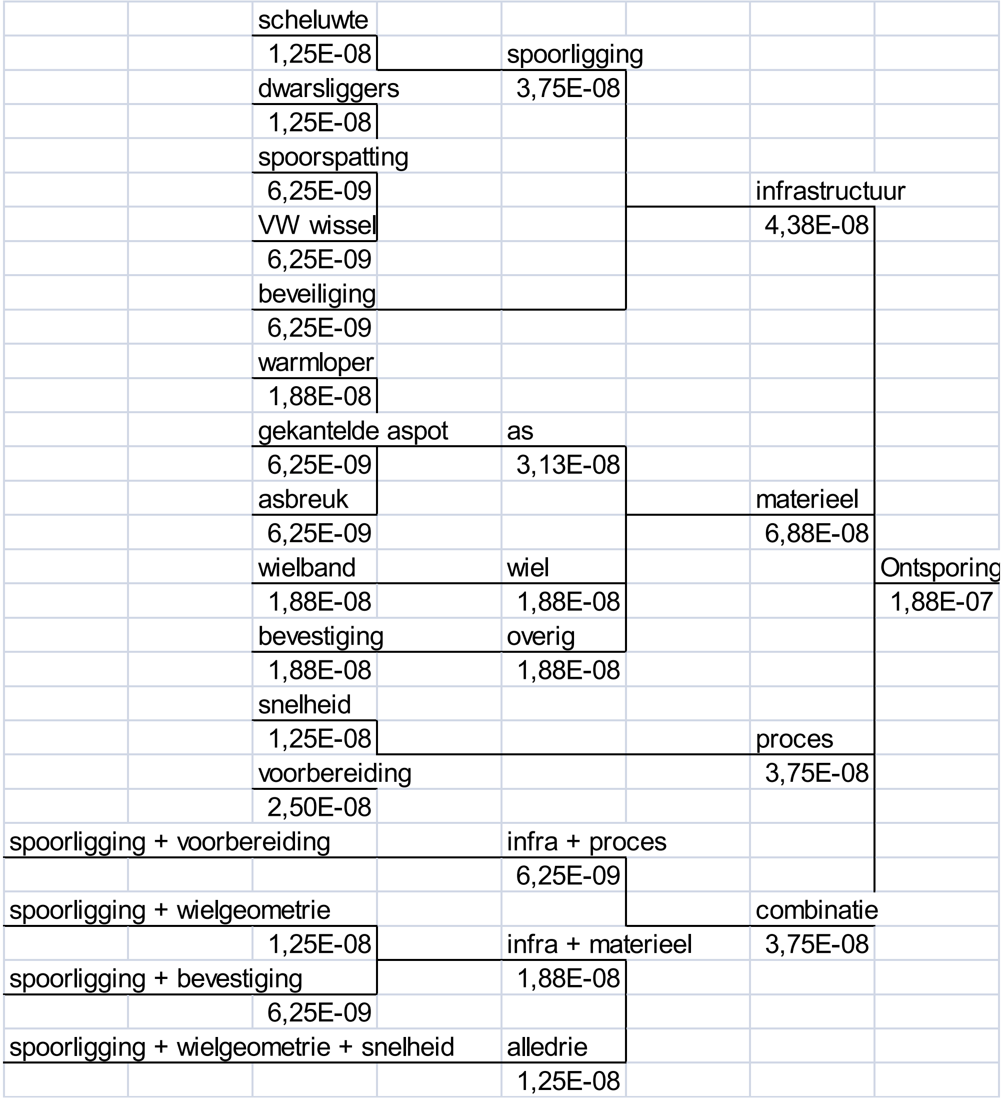
2010	2011	2012
12,0	11,0	12,8

Er lijkt een stijgende trend te zijn in de jaren na 2008. Het aantal goederentreinkilometers over de periode 1999 t/m 2013 wordt daarom ingeschat op 160 miljoen goederentreinkilometers, dat is 10,7 miljoen goederentreinkilometer per jaar.

Aantal ontsporingen per jaar	/	Aantal goederentrein-kilometers per jaar	=	Kans op ontsporen per treinkilometer
1,5	/	$10{,}7 * 10^{6}$	=	$1{,}41 * 10^{-7}$

3.1.2. *Oorzaken ontsporing*

In de casuïstiek is de oorzaak van de ontsporingen opgenomen. Daarmee kan ook de kans worden bepaald dat één bepaalde oorzaak leidt tot een ontsporing. Onderstaande figuur toont daarvoor een oorzakenboom.



Figuur 1: Bijdrage oorzaken aan kans ontsporing (landelijk)

3.1.3. *Ontsporingskans Calandtracés*

De ontsporingscasuïstiek, die als input voor de analyse gebruikt wordt, heeft betrekking op het landelijke hoofdspoorwegnet. Het ontwerp van het Calandspoor heeft eigenschappen, waardoor de bijdrage van een aantal van de ontsporingsoorzaken aan de ontsporingsfrequentie zal verschillen van het landelijke beeld:

<u>Te hoge snelheid en/of passeren stoptonend sein</u>
Op het Calandspoor wordt ERTMS geïnstalleerd. Het rijden met een te hoge snelheid of het passeren van een stoptonend sein, wordt aanzienlijk gereduceerd door de remcurvebewaking. De kans op een ontsporing als gevolg van te hoge snelheid wordt hiermee verkleind.
Geschatte reductie: 90 % (expertmening Movares)[1]

[1] Wim Coenraad, Peter Musters, Conny Scheper (komt uit het Rapport "ERTMS effecten op veiligheid" dat door opdrachtgever nog niet is vrijgegeven voor openbare publicatie).

Baanligging defect
Op het overgrote deel van het landelijke spoorwegnet ligt het spoor op een ballastbed met een aardebaan als ondergrond. Bij de alternatieven Huntsman en Theemsweg vormt het viaduct de ondergrond. De kans op een defecte baanligging is daardoor bij deze alternatieven kleiner dan bij de alternatieven Nul en Nulplus.
Geschatte reductie : 80% (expertmening Movares).

Materieel defect
Er wordt hotboxdetectie toegepast. Voor een deel zullen materieeldefecten hiermee gedetecteerd kunnen worden, zodat de kans op ontsporing verkleind wordt. In de casuïstiek is slechts sprake van 3 defecten in het materieel dat via hotboxdetectie opgemerkt zou kunnen worden (warmlopen van wielaslager).
Geschatte reductie: 3 materieeldefect (van in totaal 12), dus reductie met 25%.

De volgende twee oorzakenboom tonen de kans dat een bepaalde oorzaak leidt tot een ontsporing. De eerste boom betreft de kansen op een kunstwerk zoals ontworpen voor de alternatieven Theemsweg en Huntsman, de tweede die op een aarden baan.

	Maatregel	Reductie	Restkans					
scheluwte								
9,38E-09	Kunstwerk met ballast	80%	1,88E-09		spoorligging			
dwarsliggers					4,69E-09			
9,38E-09	Kunstwerk met ballast	80%	1,88E-09					
spoorspatting								
4,69E-09	Kunstwerk met ballast	80%	9,38E-10				infrastructuur	
VW wissel							4,69E-09	
4,69E-09	Geen wissels	100%	0,00E+00					
beveiliging								
4,69E-09	ERTMS	90%	4,69E-10					
warmloper								
1,41E-08	Hotbox	100%	0,00E+00					
gekantelde aspot					as			
4,69E-09			4,69E-09		9,38E-09			
asbreuk							materieel	
4,69E-09			4,69E-09				3,75E-08	
wielband					wiel			Ontsporing
1,41E-08			1,41E-08		1,41E-08			7,72E-08
bevestiging					overig			
1,41E-08			1,41E-08		1,41E-08			
snelheid								
9,38E-09	ERTMS	90%	9,38E-10				proces	
voorbereiding							1,97E-08	
1,88E-08			1,88E-08					
spoorligging + voorbereiding					infra + proces			
4,69E-09	Kunstwerk met ballast	40%			2,81E-09			
spoorligging + wielgeometrie							combinatie	
9,38E-09	Kunstwerk met ballast	40%	5,63E-09		infra + materieel		1,53E-08	
spoorligging + bevestiging					8,44E-09			
4,69E-09	Kunstwerk met ballast	40%	2,81E-09					
spoorligging + wielgeometrie + snelheid					alledrie			
9,38E-09	ERTMS	57%			4,03E-09			

Figuur 2: Ontsporingskans op kunstwerk

	Maatregel	Reductie	Restkans					
scheluwte								
9,38E-09			9,38E-09		spoorligging			
dwarsliggers					2,34E-08			
9,38E-09			9,38E-09					
spoorspatting								
4,69E-09			4,69E-09				infrastructuur	
VW wissel							2,34E-08	
4,69E-09	Geen wissels	100%	0,00E+00					
beveiliging								
4,69E-09	ERTMS	90%	4,69E-10					
warmloper								
1,41E-08	Hotbox	100%	0,00E+00					
gekantelde aspot					as			
4,69E-09			4,69E-09		9,38E-09			
asbreuk							materieel	
4,69E-09			4,69E-09				3,75E-08	
wielband					wiel			Ontsporing
1,41E-08			1,41E-08		1,41E-08			1,06E-07
bevestiging					overig			
1,41E-08			1,41E-08		1,41E-08			
snelheid								
9,38E-09	ERTMS	90%	9,38E-10				proces	
voorbereiding							1,97E-08	
1,88E-08			1,88E-08					
spoorligging + voorbereiding					infra + proces			
4,69E-09					4,69E-09			
spoorligging + wielgeometrie							combinatie	
9,38E-09			9,38E-09		infra + materieel		2,53E-08	
spoorligging + bevestiging					1,41E-08			
4,69E-09			4,69E-09					
spoorligging + wielgeometrie + snelheid					alledrie			
9,38E-09	ERTMS	30%			6,56E-09			

Figuur 3: Ontsporingskans op aarden baan

Uit voorgaande tabel kan worden bepaald wat de kans is op ontsporen per treinkilometer. Deze betreft voor de bekeken tracés:

- Voor spoor op kunstwerk : $7{,}72 * 10^{-8}$
- Voor spoor op aardenbaan (Nul, Nulplus) : $1{,}06 * 10^{-7}$

Het verschil wordt veroorzaakt door de kleinere kans op een defect baanlichaam bij een spoor op kunstwerk.

3.2 Escalatie en afstorten

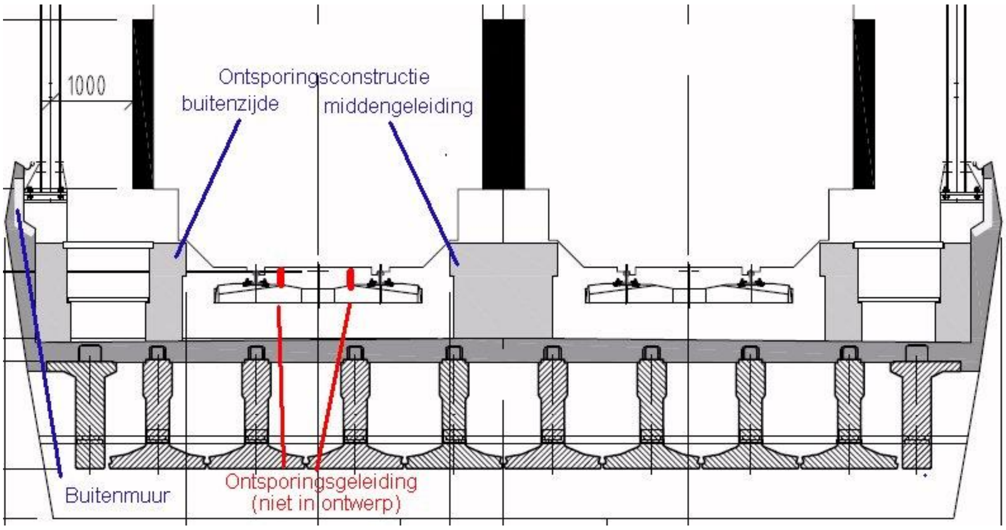
Er is sprake van escalatie als de ontspoorde trein binnen het profiel van het nevenspoor komt of zodanig buiten het eigen profiel van vrije ruimte komt dat objecten naast het spoor (kunnen) worden geraakt. Uit de casuïstiek van ontsporingen blijkt dat er bij 12 van de 30 gevallen (40%) sprake was van een escalatie volgens bovenstaande definitie.

Deze alinea gaat in op de kans op escaleren en afstorten voor twee situaties:

1. Op een kunstwerk zoals ontworpen voor de alternatieven Theemsweg en Huntsman;
2. Op een aarden baan zoal bij Vaste Brug, Nul en Nulplus.

3.2.1. *Afstortkans Kunstwerk*

Het kunstwerk in de alternatieven Huntsman en Theemsweg heeft opstaande randen van ca. 30 cm hoog. Deze rand wordt de "ontsporingsconstructie" genoemd. Door de relatief grote afstand van de ontsporingsconstructie tot de spoorstaven zal deze echter een eventuele treinkerende functie pas uit kunnen oefenen, wanneer de trein al flink uit het spoor is gelopen.



Figuur 4: Standaardprofiel trogbrug

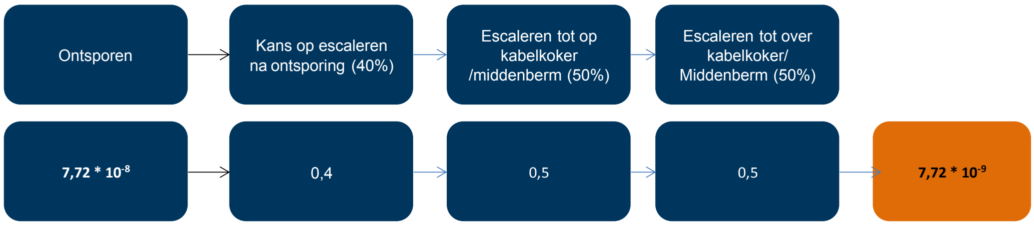
In de "Inventarisatie bestaande ontsporingsgeleiding" [4] die door Movares in opdracht van ProRail is gemaakt, worden meerder soorten ontsporingsgeleiding beoordeeld. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in drie typen ontsporingsgeleidingen:

- Geleiding type I: Geleidingen tussen de spoorstaven
- Geleiding type II: Geleidingen buiten het spoor op wielniveau
- Geleiding type III: Geleidingen buiten het spoor op aspotniveau

De ontworpen ontsporingsconstructie vertoont de meeste overeenkomsten met type III. Uitgangspunt daarbij is dat de opstaande randen een belasting van 500 kN kunnen keren.
Uit [4] kan worden afgeleid dat de effectiviteit van dit type "matig" is, waarmee wordt bedoeld dat er een kans op escalatie is na ontsporen van 50% (± 20%).

Er wordt gerekend met de kans van 50% (effectiviteit geleiding type III) dat het ontspoorde treindeel na ontsporing op of over de middengeleiding of kabelkokers kan komen. Maar wanneer een treindeel in die positie is, leidt dat niet in alle gevallen tot het afstorten vanaf het kunstwerk. Daarvoor moet het ontspoorde treindeel verder naar buiten en op of over de buitenmuur van het kunstwerk gaan. De buitenmuur zelf heeft weinig constructiesterkte en daardoor geen kerende werking.

Door de deskundige die de"Inventarisatie bestaande ontsporingsgeleiding" [4] heeft geschreven wordt ingeschat dat 50% van de treinen/treindelen die terecht zijn gekomen op de kabelkoker ook daadwerkelijk naar beneden zal storten. Aan dit percentage ligt geen studie ten grondslag.



De kans dat een ontspoord treindeel over de middengeleiding of de kabelkoker gaat is $7{,}72 * 10^{-9}$

Bij escalatie kan een trein echter zowel naar binnen (naar het nevenspoor) als naar buiten afwijken. Aangenomen is, dat de kans op escaleren naar binnen of buiten toe gelijk is, dus 50%.

Aangenomen is dat een escalatie naar binnen toe alleen leidt tot afstorten als er een botsing met een tegentrein plaatsvindt. In bijlage III wordt toegelicht waarom dit risico niet significant bijdraagt aan het afstortrisico. Het scenario “afstorten na botsing met tegentrein” wordt daarom in deze rapportage niet verder beschouwd.

De kans op escalatie naar de buitenzijde is 50%. Dat betekent dat de kans dat een ontspoord trein of treindeel over de kabelkoker naar buiten van het viaduct afstort gelijk is aan:

Afstortkans naar buitenzijde op kunstwerk:
$0{,}5 * 7{,}72 * 10^{-9}$ = **$3{,}86 * 10^{-9}$ per treinkilometer**

3.2.2. *Afstortkans aarden baan*

Om een situatie te krijgen waarbij een trein of treindelen van het spoortalud vallen, moet het volgende gebeuren:

1. Ontsporen
2. Escaleren (in profiel nevenspoor of buiten PVR[2])
3. Escaleren zover dat trein(deel) van baan kan storten

De aarden baan heeft geen ontsporingsconstructie met een risicoreducerend effect.

Er is bewust onderscheid gemaakt tussen de stappen 2 en 3. Een escalatie tot buiten PVR betekent namelijk niet dat de trein ook van het spoortalud valt. Er is buiten PVR nog enige breedte voor een inspectiepad. Daarom wordt er trapsgewijs naar de situatie gekeken:

- De kans op escaleren na ontsporen (tot buiten PVR) wordt net als bij het kunstwerk gesteld op 40% (casuïstiek: 12 van de 30 ontsporingen);
- De vervolgkans dat de trein zover escaleert dat hij van het talud zal storten wordt ingeschat op 50% [3];
- De kans dat de ontsporing en escalatie naar de buitenzijde gebeurt, wordt ook gesteld op 50% [3].

Bij elkaar levert dit een reductiefactor op van 0,4 * 0,5 * 0,5 = 0,1

Afstortkans naar buitenzijde op aarden baan:
$1{,}06 * 10^{-7} * 0{,}1 = 1{,}06 * 10^{-8}$ **per treinkilometer**

[2] PVR = Profiel van Vrije Ruimte: de minimale ruimte die vrijgehouden moet houden boven en naast het Spoor.
[3] Op basis van expert-opinion Movares.

Samengevat in een tabel:

	Kans ontsporen per treinkilometer	Factor escalatie gevolgd door afstorten	Kans op escalatie per treinkilometer naar buitenzijde
Spoor op aarden baan	$1{,}06 * 10^{-7}$	0,11 (= 0,4 * 0,5 * 0,5)	$1{,}06 * 10^{-8}$
Spoor op kunstwerk	$7{,}72 * 10^{-8}$	0,05 (=0,4 * 0,5 * 0,5 * 0,5)	$3{,}86 * 10^{-9}$

Tabel 3-1: Escalatiekans naar buitenzijde

3.3 Bijzondere scenario's

Buiten het ontsporen en afstorten zijn er andere scenario's waardoor een trein op de leidingen zou kunnen vallen.

3.3.1. Falen kunstwerk

Het spontaan instorten van een kunstwerk (dat conform normen is ontworpen, gebouwd en onderhouden) zonder dat een externe kracht op het kunstwerk wordt uitgeoefend, komt zo weinig voor dat het kan worden uitgesloten. Voor het instorten van een kunstwerk is een externe kracht nodig zoals een aardbeving of aanrijding van de dragende constructie door een zwaar voertuig. Deze laatste oorzaak kan op het tracé Theemsweg niet worden uitgesloten omdat er wegverkeer langs het kunstwerk rijdt.

In het ontwerp zijn maatregelen opgenomen om de constructie van het kunstwerk te beschermen.

- Bij het dimensioneren van de dragende kolommen is rekening gehouden met aanrijding door zware voertuigen;
- Er wordt een geleidconstructie onder het kunstwerk geplaatst zodanig dat voertuigen, die van de weg raken, van het kunstwerk af worden geleid.

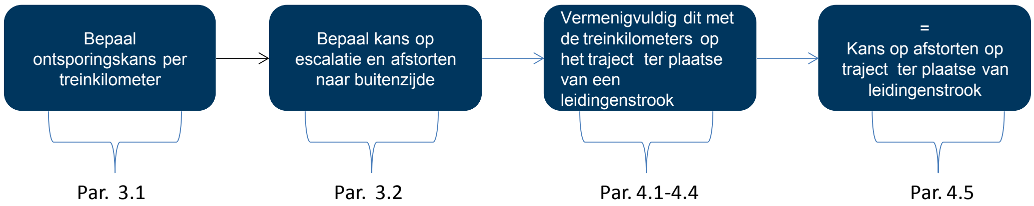
3.3.2. Botsen van treinen

In de oorzaken voor ontsporing zoals genoemd in par. 3.1is nog geen rekening gehouden met ontsporing na een botsing tussen twee treinen op hetzelfde spoor. Er wordt verondersteld dat met de toegepaste spoorbeveiliging (ERTMS) de kans op botsen verwaarloosbaar is.

3.3.3. Botsen op tegentrein

Na ontsporen en escaleren kan een trein in het nevenspoor terechtkomen op het moment dat er een tegemoetkomende trein langskomt. In bijlage III is toegelicht waarom de kans op dit scenario verwaarloosbaar is ten opzichte van de kans op afstorten door andere oorzaken.

4 Berekenen afstortkans per tracé



In dit hoofdstuk wordt voor de alternatieve tracés de kans op afstorten ter plaatse van een leidingenstrook berekend. Daarbij spelen de volgende factoren een rol:

1. De spoortechnische kenmerken van een tracé;
2. De lengte van de samenloop tussen spoor en leidingenstrook;
3. Het aantal treinen dat passeert.

4.1 Spoortechnische kenmerken

In paragraaf 3.2 is de afstortkans per treinkilometer beschreven voor een spoor op kunstwerk en een spoor op een aarden baan.

Onderstaande tabel toont de spoortechnische kenmerken van de tracés, en de gevolgen daarvan op de kans op afstorten per treinkilometer.

	Afstortkans per trein km.	
	Nul, Nulplus, Vaste Brug	Theemsweg/Huntsman
Afstortkans per treinkm.	$1,06 * 10^{-8}$	$3,86 * 10^{-9}$

Tabel 4-1: Afstortkans per treinkilometer

4.2 Lengte samenloop

De opdracht voor deze analyse is de kans te berekenen dat een trein van de spoorbaan stort, op een locatie waar deze een leiding met gevaarlijke stoffen kan raken. Er liggen niet overal leidingen langs de onderzochte spoortrajecten, en sommige leidingen liggen zo ver van het spoor dat ze niet geraakt zullen worden.

4.2.1. Impactzone

De strook langs een spoorbaan waar een afstortende trein terecht zou kunnen komen wordt de “impactzone” genoemd. Adviesbureau AVIV (Ref. [1]) heeft de afstand berekend waarbinnen een afstortende trein de grond zal raken, afhankelijk van treinsnelheid en hoogte van de spoorbaan. Bij een treinsnelheid van 80 km/uur raakt een afstortend treindeel de grond in een gebied tot maximaal 40 meter uit rand kunstwerk. Daarna kan het nog doorglijden. In dit onderzoek is binnen een gebied van 40 meter geïnventariseerd welke objecten daar voorkomen. Naast de mechanische impact waarbij de trein een object raakt, is er de mogelijkheid dat er door uitstroom van gevaarlijke stoffen uit het afgestorte treindeel (bijv. een explosie) op grotere afstand dan 40 meter schade ontstaat.

4.2.2. Lengte samenloop

Voor het bepalen van de samenloop tussen spoorbaan en leidingstroken binnen de impactzone zijn de bestaande en nieuwe spoortrajecten en de ligging van kabels en leidingen geïmporteerd in een Geografisch Informatie Systeem (GIS). Voor alle leidingen in openbaar gebied zijn de liggingsgegevens aangeleverd door Havenbedrijf Rotterdam (HbR). Dit leverde voldoende informatie op voor de tracés van de alternatieven Nul, Nulplus en Theemsweg. Voor het alternatief Huntsman geldt dat deze grotendeels niet door openbaar gebied loopt.

De informatie over leidingen in het private gebied van Huntsman bevat minder details dan de openbare informatie. Aangegeven is informatie welke stoffen er door leidingen getransporteerd worden[4], en middels een standaard dwarsprofiel[5] is de ligging van leidingstroken ten opzichte van het beoogd spoortracé aangegeven. Op basis van deze informatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De lengte van de samenloop tussen spoortraject en leidingen van Huntsman is 800 meter;
- Per genoemde stof is één leiding over de gehele lengte (800 meter) aanwezig binnen het beïnvloedingsgebied van mechanische impact.

traject	totale trajectlengte spoortraject	Afstand langs het traject waarover een buisleiding met gas en overig aanwezig is
	km	m
Nul	4,5	2.260
Nulplus	4,5	2.260
Vaste brug	4,5	2.260
Theemsweg	3,5	1.580
Huntsman	3,2	1.800

Tabel 4-2: Lengtes samenloop

De uitgangspunten en details van deze bepaling zijn van de lengte samenloop zijn opgenomen in bijlage II.

De huidige situatie (= Nul(plus) en Vaste Brug) ligt ter plekke van de leidingenstrook op een talud. Langs het spoor staat, aan de zijde van de leidingenstrook, een geluidscherm. Onderaan het talud staat een bomenrij. Een ontspoorde trein moet door het geluidscherm en de bomen heen om de leidingenstrook te kunnen raken. Bomen en geluidscherm hebben een beperkt kerend effect bij een afstortende trein, die in de berekeningen niet is meegenomen.

4.3 Aantal treinen

De uitgangspunten voor de planMer [3] bevat de prognose voor het jaar 2030 voor het totaal van treinen in beide richtingen.

- Voor de tracé's Theemsweg en Huntsman is dat 69.126 treinen.
- Voor het Nulplusalternatief is dat 67.440 treinen
- Voor het nulalternatief is dat 66.386 treinen

[4] Bron: E-mail van R. Kwant (HbR) aan F.H. Hobelman (Movares), d.d. 27-1-2014, onderwerp "Leidingen / EV Huntsmanterrein";
[5] Bron: E-mail van P. ten Pierick (HbR) aan R. Kwant (HbR) en F. H. Hobelman (Movares), d.d. 27-1-2014, onderwerp "dwarsdoorsnede terrein Huntsman".

4.4 Enkel- of dubbelzijdig

In de berekeningen wordt gerekend met treinkilometers. Het doel is te berekenen hoe groot de kans is dat een trein of treindeel naar beneden stort of valt ter plaatse van een leiding binnen de impactzone. Daarvoor moet de afstortkans per treinkilometer worden vermenigvuldigd met:

- Het aantal treinen;
- De lengte van de samenloop van leidingen binnen impactzone

Treinen rijden in twee richtingen, en leidingen kunnen aan één of beide zijden van de spoorbaan liggen. Er moet worden voorkomen dat er een dubbel effect wordt meegerekend. Dat zou het geval zijn als wordt vermenigvuldigd met treinen in twee richtingen en de totale lengte van de samenloop aan beide zijden van het spoor. Om deze dubbeling te voorkomen wordt hierna gerekend met:

- Het aantal treinen in één rijrichting (gesteld op 50% van het totaal)
- De lengte van de samenloop in beide zijden van het spoor (binnen de impactzone).

4.5 Afstortkans bij leidingen

Op basis van de hierboven gemelde getallen, kan de volgende berekening worden gemaakt van de kans dat een trein van de spoorbaan stort, ter plaatse van een leiding binnen de impactzone.

	Nul	Nulplus Vaste Brug	Theemsweg	Huntsman
Afstortkans per treinkm.	$1{,}06 * 10^{-8}$	$1{,}06 * 10^{-8}$	$3{,}86 * 10^{-9}$	$3{,}86 * 10^{-9}$
Vermenigvuldigen met aantal treinen	33.193	33.720	34.563	34.563
Vermenigvuldigen met lengte samenloop in km.	2,260	2,260	1,580	1,800
Levert op: Kans afstorten bij leidingenstrook	7,95E-04	8,08E-04	2,11E-04	2,40E-04
Komt overeen met één keer per	1258 jaar	1238 jaar	4744 jaar	4164 jaar

Tabel 4-3: Bepaling afstortkans

5 Uitkomsten afstortkans

5.1 De vraag

Gevraagd was per projectalternatief te kwantificeren hoe groot de kans is dat een trein of treindeel van de verhoogde spoorbaan naar beneden stort op een plaats waar de trein een leiding zou kunnen raken.

5.2 Het antwoord

De kans op afstorten van een trein of treindeel ter plekke van een leiding binnen 40 meter van de spoorbaan is voor elk alternatief te vinden in onderstaande tabel.

	Nul	Nulplus Vaste Brug	Theemsweg	Huntsman
Kans afstorten bij leidingenstrook	7,95E-04	8,08E-04	2,11E-04	2,40E-04
Komt overeen met één keer per	1258 jaar	1238 jaar	4744 jaar	4164 jaar

Tabel 5-1: Afstortkans per alternatief

Met bovenstaande uitkomst is het antwoord op de onderzoeksvraag gegeven.

6 Schadekans en verdere risicoreductie

6.1 Schadekans

Niet elke “afstorting” leidt tot een falende leiding. In aanvulling op de berekende afstortkans is in een overleg met ProRail en HbR een inschatting gemaakt van de kans dat na afstorten van een treindeel ook daadwerkelijk een leiding wordt beschadigd. Er zijn diverse redenen om daar rekening mee te houden:

- Er is nu gerekend met impactzone van 40 meter. Uit de inventarisatie blijkt dat een groot deel van de leidingen aan de buitenzijde van de leidingenstrook ligt 35 - 40 meter). Lang niet alle afstortende treinen zullen aan de buitenzijde van leidingenstrook landen;

- De leidingen zelf zijn van hoge kwaliteit waardoor niet elke mechanische impact van buitenaf direct leidt tot beschadiging van de leiding;

- De leidingen liggen 1,0 meter onder maaiveld. De gronddekking beschermt de leidingen;

- Bij de alternatieven Theemsweg en Huntsman zal en afstortende trein ongehinderd naar beneden vallen, maar in de alternatieven Nul en Nulplus is er een spoortalud en zal de trein niet recht naar beneden vallen maar rollen.

In voornoemd overleg is er, op basis van expert-opinion, voor gekozen om aan te nemen dat in 30% van de gevallen waarin een trein van het viaduct stort, er ook daadwerkelijk een leiding wordt geraakt en beschadigd (één inschatting voor de combinatie van trefkans en schadekans), en dat dit bij een spoortalud slechts in 10% van het ‘afstortingen’ het geval zal zijn. Bij een kunstwerk is de gecombineerde tref- en schadekans hoger ingeschat dan bij een spoortalud. Van een kunstwerk valt de trein zonder enige belemmering naar beneden. Bij een spoortalud zal de trein meer van het talud glijden. Daardoor zullen de krachten die op een leiding worden uitgeoefend langs een spoortalud lager zijn.

Daarmee wordt de kans op beschadiging van een leiding:

	Nul	Nulplus Vaste brug	Theemsweg	Huntsman
Kans afstorten bij leidingenstrook	7,95E-04	8,08E-04	2,11E-04	2,40E-04
Factor schade aan leiding	0,10	0,10	0,30	0,30
Kans schade aan leiding	7,95E-05	8,08E-05	6,32E-05	7,20E-05
Komt overeen met één keer per	12.576 jaar	12.379 jaar	15.813 jaar	13.881 jaar

Tabel 6-1: Schadekans leidingen

6.2 Aanvullende maatregelen

Met de volgende maatregelen is het mogelijk de kans op ontsporen te verkleinen:

1. Ballastloos spoor toepassen
   Door op het kunstwerk een ballastloos spoor toe te passen in plaats van een spoor in ballast, kunnen defecten in de baanligging vermeden worden. De oorzaak "Baanligging defect overig" in de casuïstiek is dan niet van toepassing. Met het spoor op ballast worden oorzaken in de infrastructuur voor 80% weggenomen. Met een vaste spoorstaafconstructie kunnen deze oorzaken voor de volle 100% worden weggenomen. Als dit in de oorzakenboom wordt doorgerekend wordt de ontsporingskans verlaagd van $7{,}72 * 10^{-8}$ naar $7{,}00 * 10^{-8}$, een reductiefactor van 0,91

2. Ontsporinggeleiding
   Voor de HSL is destijds een ontsporinggeleiding vereist, waarvoor aannemelijk gemaakt moest worden, dat deze in 7 van de 8 gevallen escalatie kon voorkomen[6].
   De oplossing is een ontsporinggeleiding (van spoorstaven), die binnen de spoorstaven op de dwarsliggers wordt aangebracht. Deze oplossing belemmert het onderhoud niet.
   Voor deze ontsporinggeleiding wordt geschat, dat de kans op escalatie met een factor 0,125 wordt verkleind, dat is een reductie van 87,5%.

3. Hogere ontsporingsconstructie
   De ontsporingsconstructie zoals die nu in het ontwerp zit, heeft een hoogte van 30 cm ten opzichte van BS. Het risicoreducerend effect daarvan is bepaald op 50%. Constructief is het mogelijk de ontsporingsconstructie verder te verhogen waardoor het risicoreducerend effect toeneemt. Een eerste inschatting van het effect is dat een ontsporingsconstructie van 100 cm boven BS een risicoreducerend effect heeft van 90% in plaats van 50%, dus een reductiefactor van 0,55. Deze veronderstelling kan in een vervolgfase middels berekeningen worden onderbouwd.

De maatregelen 1 en 3 zijn alleen toe te passen op een kunstwerk en daardoor alleen bij de alternatieven Theemsweg en Huntsman. Het toepassen van ontsporingsgeleiding is ook mogelijk langs alle alternatieven.

[6] bron: Jelte Bos (Movares)

De maatregel met het meeste effect is het toepassen van ontsporingsgeleiding. Wanneer het effect daarvan wordt doorgerekend op de afstort- en schadekansen ontstaat het volgende beeld.

	Nul	Nulplus Vaste Brug	Theemsweg	Huntsman
Kans afstorten bij leidingenstrook	7,95E-04	8,08E-04	2,11E-04	2,40E-04
Reductie ontsporingsgeleiding	0,125	0,125	0,125	0,125
Gereduceerde kans	9,94E-05	1,01E-04	2,64E-05	3,00E-05
Komt overeen met één keer per	10.063 jaar	9.901 jaar	37.915 jaar	33.333 jaar

Tabel 6-2: Afstortkans met ontsporingsgeleiding

	Nul	Nulplus Vaste Brug	Theemsweg	Huntsman
Kans schade aan leiding	7,95E-05	8,08E-05	6,32E-05	7,20E-05
Reductie ontsporingsgeleiding	0,125	0,125	0,125	0,125
Gereduceerde kans	9,94E-06	1,01E-05	7,90E-06	9,00E-06
Komt overeen met één keer per	100.629	99.010	126.582	111.111

Tabel 6-3: Schadekans met ontsporingsgeleiding

6.3 Advies nader onderzoek

De berekening van kansen voor ontsporen en escaleren zijn gebaseerd op casuïstiek hetgeen een voldoende onderbouwing is. Voor berekening van de afstortkans is gebruik gemaakt van expert-opinion. Het advies is om de afstortkans middels gericht onderzoek nader te beschouwen.

Colofon

Opdrachtgever	ProRail B.V. Dhr. J.J. van der Lit
Uitgave	Movares Nederland B.V. Daalseplein 101 Postbus 2855 3500 GW Utrecht
Telefoon	0651093176
Ondertekenaar	Hobelman, FH Risico- en Safetymanager
Projectnummer	RA001186
Opgesteld door	Hobelman, FH

Bijlage I: Referentiedocumenten

[1] Evaluatie domino-effecten tracé Calandbrug,
AVIV Adviseurs externe veiligheid en risicoanalisten, 19-2-2013

[2] PlanMER Calandbrug,

[3] Uitgangspunten deelonderzoeken planMer t/m structuurvisie Verkenning Calandbrug
EDMS3453647, 21 januari 2014

[4] Inventarisatie bestaande ontsporingsgeleiding
Deelonderzoek 1: Beoordeling en RAMSHE prestaties
Movares, 01\CT-JAB-100010683, versie 1.0, 6 juli 2010.

[5] Casuïstiek ontsporingen 1999 – 2008
ProRail, EDMS-#3527112, versie 1, 6 maart 2014

Bijlage II: Leidinglengte in impactzone

In deze bijlage zijn de details te vinden van de leidinglengte binnen de impactzone van de verschillende alternatieven.

Uitgangspunten zijn:

- Impactzone 40 meter aan beide zijden gemeten vanuit het midden tussen de twee spoorassen;
- Kabels zijn buiten beschouwing gelaten;
- Het gaat om de huidige daadwerkelijke ligging van kabels en leidingen en dus niet op mogelijke toekomstige liggingen die op basis van bestemmingsplan mogelijk zijn;
- Leidingen met niet gevaarlijke stoffen (bijv. water, stikstof) zijn buiten beschouwing gelaten;
- Leidingen en leidingenstroken die het spoortraject min of meer haaks kruisen worden buiten beschouwing gelaten.

Nul, Nulplus en Vaste Brug

Op het zuidoostelijk deel, ten zuiden van het spoorviaduct Theemsweg liggen er over een lengte van 480 meter drie gasleidingen binnen de impactzone.



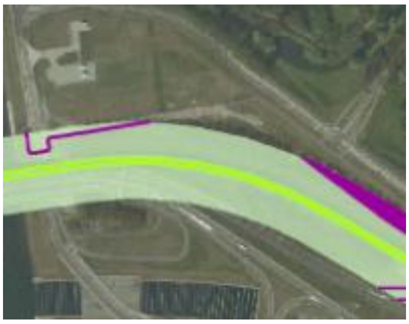


Ten noorden van het spoorviaduct Theemsweg liggen er parallel aan de Merseyweg een waterleiding en een stikstofleiding binnen de impactzone. Omdat dit stoffen zijn die niet bijdragen aan het domino-effect worden ze niet meegerekend.

In de leidingenstrook tussen Droespolderweg liggen meerdere leidingen binnen de impactzone over een lengte van 1.650 meter.



In het gebied net ten oosten van de Calandbrug liggen er leidingen over een lengte van 130 meter binnen de impactzone.



Totaal Nul, Nulplus, Vaste brug: 480 + 1.650 + 130 = 2.260 meter

Theemsweg

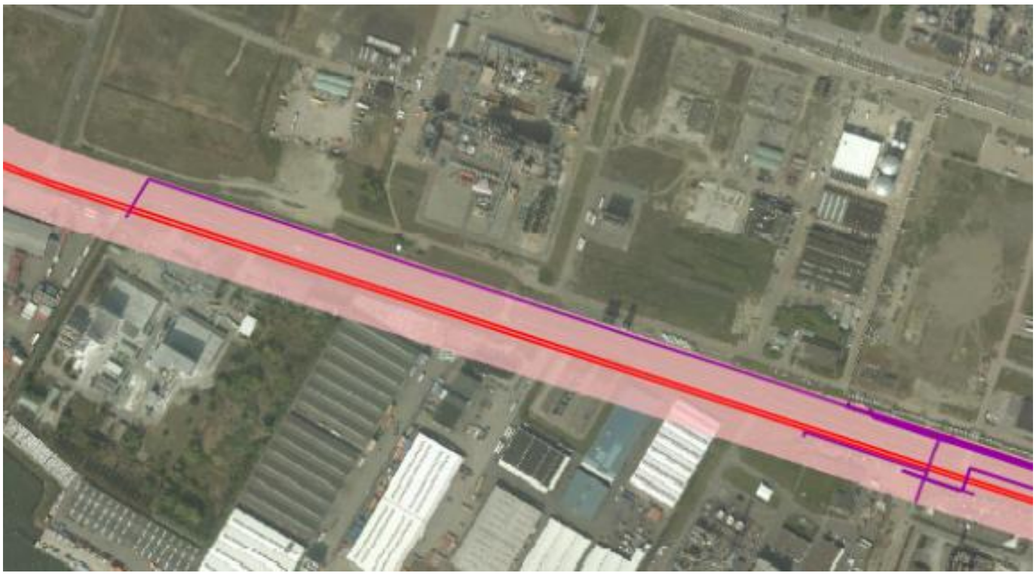
Op de zeer schuine kruising van het ontworpen tracé met de Merseyweg ligt een strook met leidingen, over een lengte van 240 meter binnen de impactzone.



Op het oostelijke deel van de Theemsweg ligt een leidingenstrook over zo'n 560 meter binnen de impactzone aan één kant van het spoortraject.



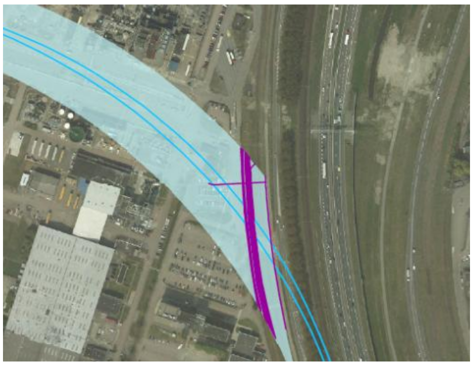
Op het westelijke deel van de Theemsweg liggen gasleidingen over een lengte van 800 meter helemaal aan de buitenzijde van de impactzone, op 38 meter uit het midden van de spoorassen.



Totaal Theemsweg: 240 + 560 + 780 = 1.580 meter

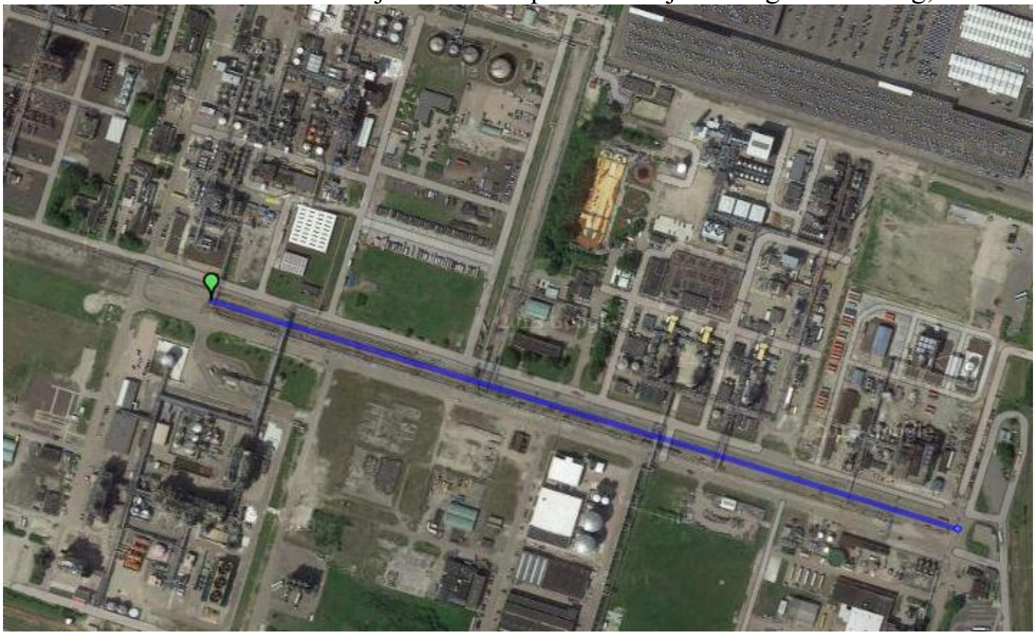
(*Zonder de leidingen op 38 meter resteert: 800)*

Huntsman
Op de zeer schuine kruising van het ontworpen tracé met de Merseyweg ligt een strook met leidingen, over een lengte van 200 meter binnen de impactzone.



De informatie over leidingen in het private gebied van Huntsman bevat minder details dan de openbare informatie. Aangegeven is informatie welke stoffen er door leidingen getransporteerd worden, en middels een standaard dwarsprofiel is de ligging van leidingstroken ten opzichte van het beoogd spoortracé aangegeven. Op basis van deze informatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De lengte van de samenloop tussen spoortraject en leidingen van Huntsman is 800 meter. Aan beide zijden van de spoorbaan zijn leidingen aanwezig;



Totaal Huntsman: 200 + 2 * 800 = 1.800 meter

Bijlage III: Ontsporing naar binnenzijde

In de analyse wordt vanaf paragraaf 3.2 gekeken naar de kans dat een trein aan de buitenzijde van het kunstwerk of de spoorbaan stort. Een trein of treindeel kan echter ook naar de binnenzijde ontsporen en escaleren. Aangenomen wordt dat hij in die situatie niet van het kunstwerk of de spoorbaan valt, behalve als er een botsing plaatsvindt met een tegemoetkomende trein. Door de dan volgende botsing kunnen treindelen wel van het kunstwerk of de spoorbaan vallen. In deze bijlage wordt gekeken hoe groot de kans is dat een ontspoorde en geëscaleerde trein een tegentrein zal kunnen raken.

In paragraaf 3.1 is bepaald wat de kans is op ontsporen per treinkilometer. Deze betreft voor de bekeken tracés:

- Voor spoor op aardenbaan (Nul, Nulplus) : $1{,}06 * 10^{-7}$
- Voor spoor op kunstwerk : $7{,}72 * 10^{-8}$

De kans op escalatie is 40%. De kans dat een ontsporing naar de binnenzijde gebeurt is 50%. Dat betekent dat de kans dat een ontspoorde trein of treindeel binnen het PVR van het nevenspoor terechtkomt gelijk is aan :

- Aardenbaan : $0{,}4 * 0{,}5 * 1{,}06 * 10^{-7}$ = **$2{,}12 * 10^{-8}$ per treinkilometer**
- Kunstwerk : $0{,}4 * 0{,}5 * 7{,}72 * 10^{-8}$ = **$1{,}54 * 10^{-8}$ per treinkilometer**

De uitgangspunten voor de planMer [3] bevatten een prognose voor het aantal treinen in het jaar 2030. Deze verschilt per alternatief maar de orde grootte is gelijk, namelijk 66.386 tot 69.126 treinen per jaar in beide richtingen tezamen.

Per richting betekent dat, dat er ongeveer eens in de 13 minuten een goederentrein passeert. Dit betekent, dat er in de meeste gevallen enkele minuten beschikbaar zijn om een trein in het nevenspoor te waarschuwen en tot stilstand te brengen.

Wanneer de escalatie van dien aard is, dat de trein binnen het PVR van het nevenspoor komt, is de kans groot, dat daarbij de bovenleiding vernield wordt. Daardoor valt de stroom uit. Een trein, die via het nevenspoor nadert, zal dan tot stilstand komen. Volgens het “Handboek machinist” moet dat gebeuren middels een snelremming als de machinist denkt dat zijn trein de uitval van spanning heeft veroorzaakt. Als hij geen snelremming inzet, dan rolt de trein door waarbij de motor als ‘rem’ fungeert.

Mocht zich toch een botsing voordoen tussen een trein op het nevenspoor en de ontspoorde trein, dan kan de trein in het nevenspoor ook van het viaduct afstorten. Om niet in botsing met een ontspoorde en geëscaleerde trein te komen moet de tegentrein over voldoende remafstand beschikken.
Deze bedraagt bij een snelheid van 80 km/u en een remvertraging van 0,33 m/s^2 circa 750 m.

Deze afstand wordt bij een snelheid van 80 km/u in ca. 33,7 seconden afgelegd. Bij jaarlijkse passage van 69.126 treinen, passeren er gemiddeld 4 goederentreinen per uur per richting het spoor (69.126 treinen / 365 dagen / 24 uren / 2 richtingen).

Omdat er per richting ongeveer 4 goederentreinen per uur het spoor passeren, bevindt er zich per uur gedurende 4*33,7 = ca. 134 seconden een trein binnen de vereiste remafstand tot een willekeurig gekozen punt op het spoor. Dit betekent, dat er zich gedurende een fractie van de tijd van 0,0372 (133 seconden per uur) een situatie kan voordoen, dat een trein niet meer kan stoppen en tegen een ontspoorde en naar het nevenspoor toe geëscaleerde trein botst en als gevolg daarvan mogelijk van het viaduct stort.

Een iets andere situatie kan zich ook voordoen, namelijk dat een trein ontspoort en naar het nevenspoor escaleert terwijl twee in tegengestelde richtingen rijdende treinen elkaar net aan het passeren zijn. De tijd die nodig is om elkaar te passeren bedraagt bij een snelheid van beide treinen van 80 km/u en een treinlengte van 750 m (maximale lengte voor goederentreinen) 33,8 s. Deze situatie doet zich 4 * per uur voor (4 treinen per uur per richting). Dit betekent, dat er zich gedurende een fractie van de tijd van 0,0372 (133 seconden per uur) een dergelijke situatie voordoet.

In totaal bestaat er dus gedurende een fractie (0,0372+0,0372=) 0,074 van de tijd een situatie, dat er een botsing op kan treden met een ontspoorde en in de richting van het nevenspoor geëscaleerde trein.

Door een dergelijke botsing kan vervolgens ook een trein of treindeel van het viaduct storten. Omdat de kans op een botsing al een kans oplevert die 0,074 keer kleiner is dan de kans op afstorten aan de buitenzijde, onderzoeken we de vervolgscenario's van mogelijk na een botsing afstorten niet verder, want die kans is nog kleiner.

Om die reden wordt de analyse afstortkans beperkt tot het scenario, dat er een ontsporing plaats vindt gevolgd door het afstorten van een trein of treindeel aan de buitenzijde van het viaduct.

8 Voortoets Calandbrug, Toetsing aan Natura-2000, instandhoudingsdoelen

Voortoets Calandbrug

Toetsing aan Natura-2000 instandhoudingsdoelen

Definitief

Havenbedrijf Rotterdam, Prorail

maart 2014

Voortoets Calandbrug

Toetsing aan Natura 2000 instandhoudingsdoelen

Definitief

dossier : BC6441-101-105
registratienummer : LW-AF20140048
versie : 4.0
classificatie : Openbaar

Havenbedrijf Rotterdam, Prorail

maart 2014

INHOUD BLAD

BIJLAGEN

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

De Calandbrug is een stalen hefbrug uit 1969 voor trein-, weg en langzaam verkeer in het Rotterdamse havengebied. De brug maakt deel uit van de Havenspoorlijn Rotterdam, onderdeel van de Betuweroute, en ontsluit spoorgoederenvervoer van en naar Maasvlakte 1 en 2 en Europoort. Het Calandkanaal is de enige toegangspoort voor zeeschepen van en naar de Brittanniëhaven. Voor de ontwikkeling van de Rotterdamse haven zijn adequate infrastructuurverbindingen over spoor, water en weg van groot belang.

Het Project Calandbrug moet een oplossing vormen voor de volgende problemen:

- In 2020 bereikt de brug het einde van haar technische levensduur.
- Voor het treinverkeer ontstaat een capaciteitsknelpunt: het vervoer per spoor over de Calandbrug neemt toe en tegelijkertijd zal de brug in de nabije toekomst steeds vaker opengaan voor het scheepvaartverkeer.

Het project Calandbrug is een rijksproject. De initiatiefnemer van het project is de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu. De besluitvorming wordt voorbereid door het ministerie van Infrastructuur en Milieu in nauwe samenwerking met ProRail, Rijkswaterstaat, het Havenbedrijf Rotterdam, de gemeente Rotterdam, de Stadsregio Rotterdam Rijnmond en Keyrail. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu treedt op als bevoegd gezag. Ter uitvoering van het project Calandbrug is er voor gekozen de uitgebreide Tracéwetprocedure toe te passen, met voorkeursbeslissing en Rijksstructuurvisie[1]. Afhankelijk van het nog te kiezen voorkeursalternatief zal blijken of een realisatie plaatsvindt door middel van een besluit op basis van de Tracéwet, of via een ander wettelijk kader. Het project bevindt zich nu in de verkenningsfase. De verkenningsfase heeft tot doel te komen tot een voorkeursbeslissing voor de Calandbrug. Na vaststelling van de voorkeursbeslissing en de Rijksstructuurvisie zal worden gestart met de planuitwerking.

In het planMER van het project Calandbrug zijn vier kansrijke alternatieven geselecteerd en beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie in 2030 (nul-alternatief) om het probleem op te lossen:

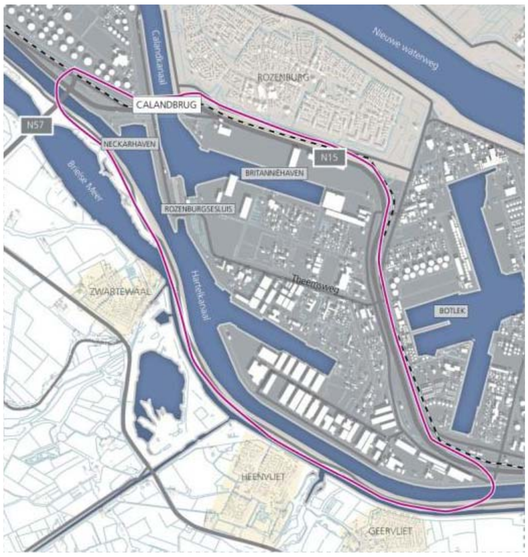
- Nulplus-alternatief: grootschalige renovatie van de Calandbrug aangevuld met extra beter-benuttingsmaatregelen.
- Vaste brug
- Verlegging spoorlijn: Theemswegtracé.
- Verlegging spoorlijn: Huntsmantracé (tussen Theemsweg en Zuidkade).

Het realiseren van een van het project Calandbrug kan een externe werking hebben op Natura 2000 gebieden, onder andere doordat de treinintensiteiten op de Havenspoorlijn toenemen als gevolg van het project Calandbrug.

[1] Op 1 januari 2012 is de gewijzigde Tracéwet in werking getreden met het oog op de versnelling en verbetering van besluitvorming over infrastructurele projecten (Stb. 2011, 649). Kern van de gewijzigde Tracéwet is de wettelijke verankering van de verkenningsfase van een plan, als uitwerking van het advies Sneller & Beter Commissie Elverding.

1.2 Doelstelling

In deze voortoets worden de effecten als gevolg van het realiseren van het project Calandbrug bepaald en beoordeeld in relatie tot de instandhoudingsdoelstellingen van omliggende Natura 2000-gebieden (zie Afbeelding 1). In de voortoets is de haalbaarheid van het project getoetst en beoordeeld of er een kans is op (significant) negatieve effecten van het project Calandbrug op de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000 gebieden. Wanneer er een kans is op (significant) negatieve effecten, dan zal er een verslechteringstoets of passende beoordeling moeten worden opgesteld. De worstcase effecten die kunnen optreden als gevolg van het project Calandbrug zijn in beeld gebracht en beoordeeld. De alternatieven zijn niet onderling vergeleken. De resultaten van deze voortoets worden opgenomen in de planMER Calandbrug.

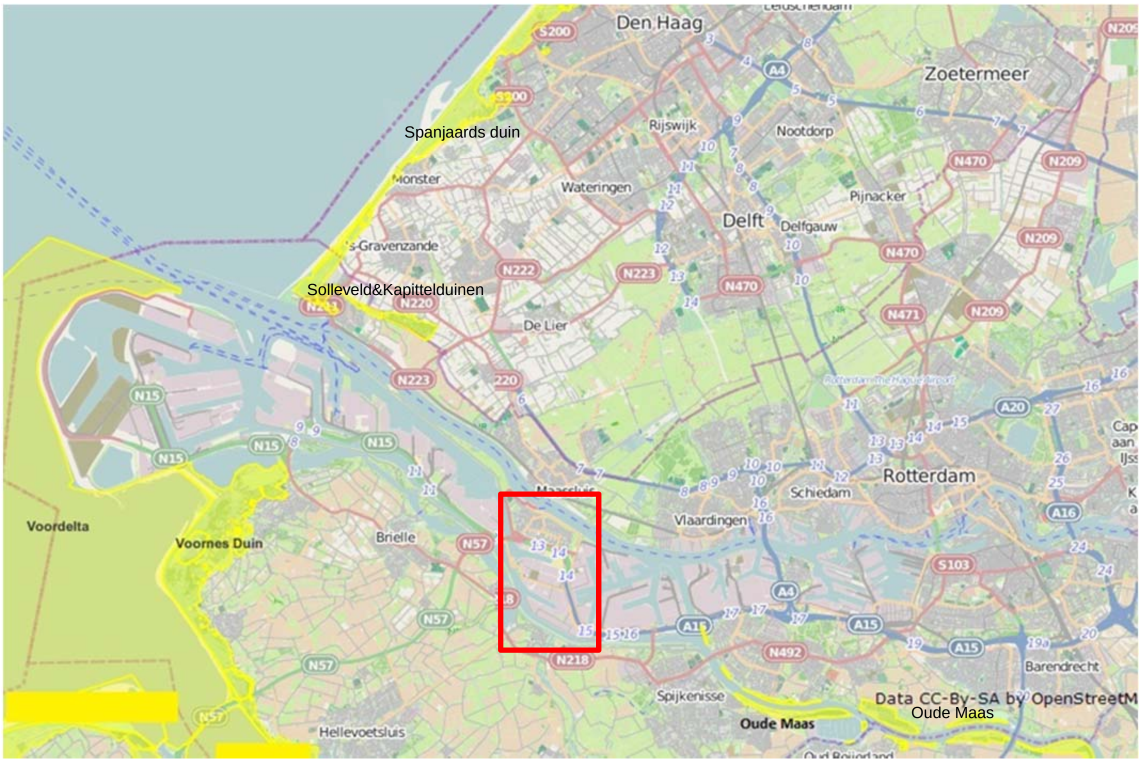


Afbeelding 1. Binnen de paarse lijn ligt het plangebied; de directe omgeving van de Calandbrug.

In de voortoets wordt onderscheid gemaakt tussen het plangebied en het studiegebied. Het plangebied is gelijk aan het plangebied van de planMER en omvat de locatie van de verschillende alternatieven en betreft de Havenspoorlijn en N15 vanaf de kruising met de N57 tot aan afslag 15. Aan de noordzijde wordt het gebied begrensd door de bestaande havenspoorlijn en aan de zuidzijde door de Brielse Maasdijk. Het plangebied voor het project Calandbrug is weergegeven in Afbeelding 1.

Het studiegebied voor de voortoets is bepaald door de grens waarbinnen ecologische effecten kunnen optreden op de instandhoudingsdoelen van Natura 2000 gebieden als gevolg van het project Calandbrug. De ecologische effecten kunnen optreden als gevolg van verandering van treinintensiteiten in het gehele havenspoorlijngebied en verstoring tijdens de aanleg.

Dit is uitgewerkt in hoofdstuk 4 Afbakening effecten. De Natura 2000 gebieden in de omgeving van het plangebied zijn weergeven in Afbeelding 2.



Afbeelding 2. Ligging Natura 2000 gebieden ten opzichte van het plangebied (rode vak).

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat een toelichting op de Natuurbeschermingswet 1998. In hoofdstuk 3 worden de voorgenomen activiteiten bij de Calandbrug toegelicht. In hoofdstuk 4 worden de storingsfactoren en het studiegebied afgebakend. In hoofdstuk 5 is de gehanteerde methode en werkwijze beschreven. In hoofdstuk 6 staat de effectbepaling en beoordeling. Hoofdstuk 7 bevat de eindconclusies en in hoofdstuk 8 zijn de gebruikte (literatuur)bronnen vermeld.

2 NATUURBESCHERMINGSWET 1998

De Natuurbeschermingswet 1998 richt zich op de gebieden die zijn aangewezen op basis van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Met deze Europese richtlijnen worden habitats en soorten van Europees belang beschermd. Dit zijn de Natura 2000-gebieden. De Natuurbeschermingswet 1998 is ook van kracht voor beschermde natuurmonumenten en op gebieden die de Minister van Economische Zaken heeft aangewezen ter uitvoering van internationale verdragen en verplichtingen, zoals de Wetlands-Conventie.
Sinds 1 oktober 2005 is het beschermingsregime van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn in de nationale Natuurbeschermingwet 1998 (Nb-wet) van kracht. Vanuit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn zijn belangrijke bepalingen overgenomen. Eén van die bepalingen is het afwegingskader, inclusief compenserende maatregelen, zoals dat in artikel 6 van de Habitatrichtlijn staat. Het afwegingskader geeft aan op welke wijze besluitvorming plaats moet vinden voor plannen en projecten met mogelijke gevolgen voor beschermde Natura 2000-gebieden.
Om schade aan de natuurwaarden waarvoor Natura 2000-gebieden zijn aangewezen (of momenteel nog aangemeld), te voorkomen, bepaalt de wet dat projecten en andere handelingen die de kwaliteit van habitats kunnen verslechteren of die een verstorend effect kunnen hebben op Natura 2000-gebieden, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, niet mogen plaatsvinden zonder vergunning (artikel 19d, eerste lid). Omdat voor het project Calandbrug een Tracébesluit in het kader van de Tracewet wordt genomen, geldt een afwijkende procedure voor de vergunningverlening. De natuurtoets die op grond van de Natuurbeschermingswet plaatsvindt bij projecten waarvoor een tracébesluit nodig is, wordt nu geïntegreerd in de besluitvorming voor het tracébesluit of het wegaanpassingsbesluit zelf. De vergunningplicht van de Natuurbeschermingswet is niet meer van toepassing.

In Aanwijzingsbesluiten wordt door het Ministerie van Economische Zaken de bescherming van de Natura 2000-gebieden juridisch vastgelegd. Centraal in de Aanwijzingsbesluiten staan de instandhoudingsdoelstellingen ten aanzien van leefgebieden, natuurlijke habitats en populaties van in het wild levende plant- en diersoorten, waarvoor het betreffende gebied is aangewezen.
De instandhoudingsdoelstellingen ofwel Natura 2000-doelen, geven een concretisering van de hoofddoelstelling van het Natura 2000-netwerk voor Nederland. Deze concretisering gebeurt op landelijk niveau en op gebiedsniveau. Instandhoudingsdoelstellingen zijn gericht op het in gunstige staat van instandhouding brengen of houden van habitattypen en soorten. De Natura 2000-doelen op landelijk en op gebiedsniveau worden vastgelegd in het ‘Natura 2000 Doelendocument’. Het Natura 2000 Doelendocument omvat het landelijke kader van de Natura 2000-doelen, de bijdrage van Nederland aan het Natura 2000-netwerk en de bijdrage van concrete gebieden hieraan. De Natura 2000-doelen betreffen zowel behoud van bestaande waarden als ontwikkeling van waarden. De doelen op gebiedsniveau worden opgenomen in de aanwijzingsbesluiten voor de Natura 2000-gebieden. In de beheerplannen wordt aangegeven hoe de beheerders deze doelen willen realiseren.
Het aanwijzingsbesluit definieert naast de instandhoudingsdoelstellingen de precieze omvang en begrenzing van het aangewezen gebied. Het is een formeel besluit en daarmee het instrument dat burgers, bedrijven en andere overheden direct bindt. Provincies en (rijks)overheid zijn echter verantwoordelijk voor de realisatie van maatregelen om de instandhoudingsdoelstellingen te bereiken. Aanwijzingsbesluiten hebben een onbepaalde looptijd en worden vastgesteld door de Minister van Economische Zaken (Ministerie van Economische Zaken).

Externe werking

Niet alleen activiteiten in een Natura 2000-gebied kunnen invloed hebben op de staat van instandhouding van het gebied, ook activiteiten buiten het gebied kunnen de waarden in een gebied beïnvloeden. Dit wordt ‘externe werking’ genoemd. Externe werking treedt op wanneer er, ongeacht de locatie, een effectgebied ontstaat als gevolg van het optreden van ruimtelijke overlap tussen een invloed gebied van een instandhoudingsdoelstelling en een invloed gebied van een activiteit die plaatsvindt buiten een Natura 2000-gebied en waarvoor de instandhoudingsdoelstelling gevoelig is. Voor de vergunningverlening betekent dat ook voor activiteiten buiten het gebied getoetst dienen te worden in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998.

Voortoets

Binnen deze voortoets worden de instandhoudingsdoelstellingen van Natura-2000 gebieden in de omgeving van het studiegebied getoetst op negatieve effecten. Een voortoets is een toetsing die inzichtelijk maakt of er negatieve effecten op Natura 2000-gebieden te verwachten zijn of dat deze uitgesloten kunnen worden. Wanneer de negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden zal er een passende beoordeling gedaan moeten worden. Een passende beoordeling beschrijft mitigerende maatregelen en onderbouwt dan met inachtneming van deze mitigerende maatregelen of het negatieve effect verlaagd wordt tot een niet significant effect en of de geplande ingreep doorgang kan vinden.

Natura 2000 gebieden in de omgeving van het project Calandbrug

Hieronder wordt per gebied in de omgeving van het project Calandbrug (zie afbeelding 2) een toelichting gegeven over de kenmerken en instandhoudingsdoelstellingen.

Voornes Duin

Het Voornes Duin bestaat uit jonge duin- en strandafzettingen met een hoog kalkgehalte. Het duingebied met duinvalleien is grotendeels in de 19e en begin 20e eeuw ontstaan door afsnoering van strandvlakte als gevolg van het ontstaan van nieuwe zeerepen. Het duingebied van Voorne heeft een grote variatie in landschapstypen en heeft daardoor een grote soortenrijkdom, zowel flora als fauna. Het bestaat uit een afwisselend duingebied met twee grote duinmeren (Breede water en Quackjeswater) en meerdere kleine poelen, moerassen, grote oppervlaktes bos en struweel, duingraslanden en natte duinvalleien. Aan de binnenduinrand liggen een aantal landgoedbossen met stinzeflora. Op 19 februari 2008 is dit gebied door de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (nu Economische Zaken) definitief als Natura 2000-gebied aangewezen.

Instandhoudingsdoelstellingen

In Tabel 1 worden per habitattype en habitatsoort de instandhoudingsdoelstellingen en de staat van instandhouding van Voornes Duin genoemd. De ‘ten gunste van’ formulering is voor Voornes Duin en Solleveld en Kapitelduin van toepassing. Het gaat hier om instandhoudingsdoelstellingen die achteruit mogen gaan ten gunste van meer kritische en meer prangende instandhoudingsdoelstellingen.

Tabel 1 Instandhoudingsdoelstellingen Voornes Duin

	Instandhoudingsdoelstellingen	SVI Landelijk	Doelstelling			Draagkracht
			oppervlakte	kwaliteit	populatie	Paren
Habitattypen						
H2120	Witte duinen	-	=	=		
H2130A	*Grijze duinen (kalkrijk)	--	>	>		
H2130C	*Grijze duinen (heischraal)	--	>	>		
H2160	Duindoornstruwelen	+	= (<)	=		
H2170	Kruipwilgstruwelen	+	= (<)	=		
H2180A	Duinbossen (droog)	+	= (<)	>		
H2180B	Duinbossen (vochtig)	-	= (<)	=		
H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	-	= (<)	=		
H2190A	Vochtige duinvalleien (open water)	-	=	=		
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	-	>	>		
H2190D	Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)	-	=	=		
Habitatsoorten						
H1014	Nauwe korfslak	-	=	=	=	
H1340	*Noordse woelmuis	--	>	>	>	
H1903	Groenknolorchis	--	>	=	>	
Broedvogels						
A008	Geoorde fuut	+	=	=		5
A017	Aalscholver	+	=	=		1100
A026	Kleine Zilverreiger		=	=		15
A034	Lepelaar	+	=	=		110
Legenda						
SVI landelijk	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)					
=	Behoudsdoelstelling					
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling					
=(<)	Ontwerp-aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering					

Voordelta

De Voordelta is het ondiepe zeegedeelte van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. Het gebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een gevarieerd en dynamisch milieu van kustwateren (zout), intergetijdengebied en stranden, dat een relatief beschutte overgangszone vormt tussen de (voormalige) estuaria en volle zee. Na de afsluiting van de Deltawerken is dit kustgedeelte sterk aan veranderingen onderhevig geweest, waarbij een uitgebreid stelsel van droogvallende en diepere zandbanken is ontstaan met daartussen diepere geulen. Door erosie- en sedimentatieprocessen treden verschuivingen op in de omvang van de intergetijdengebieden. Daarbij heeft o.a. de "zandhonger" van de Oosterschelde, maar ook de uitbreiding van de arealen door aanslibbing in de Kwade Hoek effect op de Voordelta (Westplaat). De waterkwaliteit wordt beïnvloed door vooral de uitstroming van Rijn en Maas via de Haringvlietsluizen. Mede door deze aanvoer van voedingsstoffen kent de Voordelta een hoge voedselrijkdom. In de randen van het gebied bij Voorne en Goeree liggen een aantal schorren en meer slikkige platen. Verder horen ook de stranden van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden, waar plaatselijk duinvorming optreedt, tot het gebied. Op 19 februari 2008 is dit gebied door de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (nu Economische Zaken) definitief als Natura 2000-gebied aangewezen.

Instandhoudingsdoelstellingen

In Tabel 2 worden per habitattype en habitatsoort de instandhoudingsdoelstellingen en de staat van instandhouding van de Voordelta genoemd.

Tabel 2 Instandhoudingsdoelstellingen Voordelta

	Instandhoudingsdoelstellingen	**SVI Landelijk**	**Doelstelling**			**Draagkracht**
			oppervlakte	**kwaliteit**	**populatie**	**aantal vogels**
Habitattypen						
H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	-	=	=		
H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzee-kustzone)	-	=	=		
H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	-	=	=		
H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzee-kustzone)	+	=	=		
H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	-	=	=		
H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	+	=	=		
H1320	Slijkgrasvelden	--	=	=		
H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	-	=	=		
H2110	Embryonale duinen	+	=	=		
Habitatsoorten						
H1095	Zeeprik	-	=	=	>	
H1099	Rivierprik	-	=	=	>	
H1102	Elft	--	=	=	>	
H1103	Fint	--	=	=	>	
H1364	Grijze zeehond	-	=	=	=	
H1365	Gewone zeehond	+	=	>	>	
Niet-broedvogels						
A001	Roodkeelduiker	-	=	=		
A005	Fuut	-	=	=		280
A007	Kuifduiker	+	=	=		6
A017	Aalscholver	+	=	=		480
A034	Lepelaar	+	=	=		10
A043	Grauwe Gans	+	=	=		70
A048	Bergeend	+	=	=		360
A050	Smient	+	=	=		380
A051	Krakeend	+	=	=		90
A052	Wintertaling	-	=	=		210
A054	Pijlstaart	-	=	=		250
A056	Slobeend	+	=	=		90
A062	Toppereend	--	=	=		80
A063	Eider	--	=	=		2500
A065	Zwarte zee-eend	-	=	=		9700
A067	Brilduiker	+	=	=		330
A069	Middelste Zaagbek	+	=	=		120
A130	Scholekster	--	=	=		2500
A132	Kluut	-	=	=		150
A137	Bontbekplevier	+	=	=		70
A141	Zilverplevier	+	=	=		210
A144	Drieteenstrandloper	-	=	=		350
A149	Bonte strandloper	+	=	=		620
A157	Rosse grutto	+	=	=		190
A160	Wulp	+	=	=		980
A162	Tureluur	-	=	=		460
A169	Steenloper	--	=	=		70
A177	Dwergmeeuw	-	=	=		
A191	Grote stern		=	=		
A193	Visdief		=	=		
SVI landelijk	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)					
=	Behoudsdoelstelling					
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling					

Solleveld en Kapittelduinen

Solleveld wijkt af van de meeste andere Zuid-Hollandse duingebieden doordat het voor het overgrote deel bestaat uit 'oude duinen'. Bijzonder in deze ontkalkte duinen zijn enkele heideterreintjes, die evenals andere landschapselementen herinneren aan het historische, agrarische gebruik. Het gebied is niet heel reliëfrijk en bestaat uit duinen, duinbossen, graslanden, duinheiden, struwelen, ruigten en plassen. Aan de binnenduinrand liggen een aantal oude landgoedbossen met een rijke stinzeflora. Ten noorden van de oude monding van de Maas liggen de Kapittelduinen. Dit gebied bestaat uit de ten oosten van het strand gelegen duinen, vochtige duinvalleien, duinplassen, duin- en landgoedbossen, graslanden, struwelen, ruigten en een aantal dijktrajecten. Het gebied ligt op de overgang van kust naar rivierengebied en meer landinwaarts worden de rivierinvloeden steeds duidelijker zichtbaar in de vegetatie.

Een deel van Solleveld en Kapittelduinen is tevens aangewezen als beschermd natuurmonument. Op grond van de gewijzigde Natuurbeschermingswet heeft de instandhoudingsdoelstelling voor de gedeelten van het Natura 2000-gebied waarop de aanwijzingen als natuurmonument van toepassing waren, ook betrekking op de doelstellingen voor het behoud, herstel en de ontwikkeling van het natuurschoon of de natuurwetenschappelijke betekenis van het gebied zoals deze waren vastgelegd in de vervallen besluiten.

Een deel van de ‘oude’ doelen overlapt met de instandhoudingsdoelen die zijn geformuleerd onder de Natuurbeschermingswet 1998 en worden beoordeeld via de toetsing aan de instandhoudingsdoelen. De ‘oude’ doelen zijn echter ruimer gedefinieerd. Deze aanvullende doelen worden indien er effecten optreden ook beoordeeld.

De natuurmonumenten zijn als broed-, rust-, doortrek-, en foerageergebied van belang voor een groot aantal vogelsoorten. De bossen en struwelen vormen broed- en rustgebied voor vele soorten, waaronder boomkruiper, nachtegaal en bosuil. Hoewel het aantal soorten in het gebied groot is, is het aantal broedparen vanwege de intensieve recreatie betrekkelijk laag. Het bos- en duingebied is vooral van belang voor trekvogels, standvogels, winter- en zwerfgasten als buizerd, sperwer en kramsvogel. In de besluiten staat ook het voorkomen van verschillende zoogdieren waaronder zes soorten vleermuizen, konijn, hermelijn en bosspitsmuis genoemd, evenals verschillende soorten amfibieën, niet algemene insectensoorten en de wijngaardslak.

Spanjaards Duin

Het nieuw aangelegde duingebied Spanjaards Duin is onderdeel van Solleveld en Kapittelduinen en is voorlopig aangewezen op 25 mei 2011. Met de aanleg van dit duincompensatiegebied wordt de ontwikkeling van twee duinhabitattypen (grijze duinen en vochtige duinvalleien) beoogd om de mogelijke significante gevolgen van het toekomstig gebruik van Maasvlakte 2 op de duinen in Voornes Duin en Solleveld & Kapittelduinen op voorhand te compenseren. Er is een biotoop van de groenknolorchis ontwikkeld. Het Spanjaards Duin moet in twintig jaar uitgroeien tot een vochtige duinvallei met aan de landzijde grijze duinen (rijksoverheid, 2014). Er zijn geen aparte instandhoudingsdoelstellingen voor Spanjaards duin waar de instandhoudingsdoelstellingen van Solleveld en Kapittelduin op moeten worden getoetst

Instandhoudingsdoelstellingen

In Tabel 3 worden per habitattype en habitatsoort de instandhoudingsdoelstellingen en de staat van instandhouding van Solleveld en Kapittelduinen genoemd.

Tabel 3 Instandhoudingsdoelstellingen Solleveld en Kapittelduinen

	Instandhoudingsdoelstellingen	**SVI Landelijk**	**Doelstelling**		
			oppervlakte	**kwaliteit**	**populatie**
Habitattypen					
H2120	Witte duinen	-	= (<)	>	
H2130A	*Grijze duinen (kalkrijk)	--	=	>	
H2130B	*Grijze duinen (kalkarm)	--	=	>	
H2150	*Duinheiden met struikhei	+	=	>	
H2160	Duindoornstruwelen	+	= (<)	=	
H2180A	Duinbossen (droog)	+	=	>	
H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	-	=	>	
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	-	>	>	
H2190D	Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	-	= (<)	=	
Habitatsoorten					
H1014	Nauwe korfslak	-	=	=	=
Legenda					
SVI landelijk	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)				
=	Behoudsdoelstelling				
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling				
=(<)	Ontwerp-aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering				

Oude Maas

De Oude Maas is een rivier die onder invloed van eb en vloed staat. De smalle uiterwaarden vormen het grootste, nog resterende zoetwatergetijdengebied van ons land. Door afsluiting van het Haringvliet is de getijdendynamiek afgenomen. Hoge delen van het gebied worden daarom bij hoogwater niet meer regelmatig overspoeld. De gebieden bestaan uit getijdengrienden, wilgenbossen en vochtige terreinen met een riet- en ruigtevegetaties. De staatssecretaris van Economische zaken, Landbouw & Innovatie (nu Economische Zaken) heeft voor Oude Maas op vrijdag 30 september 2011 het wijzigingsbesluit gepubliceerd.

Instandhoudingsdoelstellingen

In Tabel 4 worden per habitattype en habitatsoort de instandhoudingsdoelstellingen en de staat van instandhouding van de Oude Maas genoemd.

Tabel 4 Instandhoudingsdoelstellingen Oude Maas

	Instandhoudingsdoelstellingen	**SVI Landelijk**	**Doelstelling**		
			oppervlakte	**kwaliteit**	**populatie**
Habitattypen					
H3270	Slikkige rivieroevers	-	=	=	
H6430B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	-	>	=	
H91E0A	*Vochtige alluviale bossen (zachthoutooibossen)	-	=	=	
Habitatsoorten					
H1337	Bever		=	=	=
H1340	*Noordse woelmuis	--	>	>	>
Legenda					
SVI landelijk	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)				
=	Behoudsdoelstelling				
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling				

3 VOORGENOMEN ACTIVITEITEN

De Calandbrug is een stalen hefbrug uit 1969 voor trein-, weg en langzaam verkeer in het Rotterdamse havengebied. De brug maakt deel uit van de Havenspoorlijn Rotterdam, onderdeel van de Betuweroute, en ontsluit spoorgoederenvervoer van en naar Maasvlakte 1 en 2 en Europoort. Voor de ontwikkeling van de Rotterdamse haven zijn adequate infrastructuurverbindingen over spoor, water en weg van groot belang. Het Calandkanaal is de enige toegangspoort voor zeeschepen van en naar de Brittanniëhaven.

Voor het bepalen van de effecten in deze voortoets is uitgegaan van de worstcase van het project Calandbrug in de aanleg- en gebruiksfase. In de gebruiksfase van het project Calandbrug nemen de intensiteiten op de Havenspoorlijn in westelijke en oostelijke richting toe. Voor de treinintensiteiten over de Havenspoorlijn wordt uitgegaan van het alternatief uit de planMER met de hoogste prognose. Daarnaast wordt uitgegaan van behoud van de zeescheepvaart. Voor het bepalen van de effecten tijdens de aanlegfase worden de effecten bij een grootschalige renovatie van de brug en de aanleg van het Theemsweg- of Huntsmantracé meegenomen. De worstcase wordt hierna aangeduid als ‘project Calandbrug’. De effecten zijn getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen voor de Natura 2000 gebieden.

3.1 Aanlegfase

De aanlegfase zal bestaan uit activiteiten als heien, boren, lassen, rijden met zwaar materieel en grondverzet. Wanneer er wordt besloten om de Calandbrug grootschalig te renoveren (Nulplusalternatief of vaste brug alternatief), worden in ieder geval de volgende werkzaamheden voorzien:

- renovatie van de heftorens;
- aanbrengen van de liften in de heftorens;
- vervanging van het remmingwerk;
- vervanging van de haalkabels in de heftorens;
- vervanging van het bewegingswerk, inclusief de elektromotoren bovenin de heftorens;
- vervanging van de bovenbouw (staalconstructie en brugdekken, zowel vast als beweegbaar deel);
- het stralen van de brug, inclusief het auto- en rijwielgedeelte;
- vervanging slagboominstallaties en matrixborden.
- Heien op land

Wanneer er wordt besloten om de spoorlijn te verleggen (Theemsweg- en Huntsmantracé) zullen in ieder geval de volgende werkzaamheden plaats moeten vinden:

- Het aanleggen van een volwaardig dubbelsporig tracé.
- Verwijderen en afgraven oneffenheden
- Aanleggen van bovenleidingen.

3.2 Gebruiksfase

Het projecteffect tijdens de gebruiksfase wordt veroorzaakt door de permanente verstoring door geluidbelasting en kwaliteitsverandering van habitattypen en leefgebieden als gevolg van stikstofdepositie door de toename van het aantal treinen. Het projecteffect bestaat uit het verschil in treinintensiteit op de Havenspoorlijn na uitvoering van het project Calandbrug en de referentiesituatie 2030 (nul-alternatief).
Er is gerekend met 2030, 10 jaar na openstelling. Bij openstelling zal het aantal treinen over de brug nog niet direct zijn aangepast aan de vergrote capaciteit. Om die reden is de situatie 2030 representatief voor worstcase. In Tabel 5 is het aantal treinen in de twee situaties en de huidige situatie weergegeven. De toename van treinen van de huidige situatie tot de referentiesituatie wordt veroorzaakt door de ontwikkelingen rond de Tweede Maasvlakte en de Havenbestemmingsplannen. De effecten van de toename zijn beoordeeld in deze plannen (zie kader).

Tabel 5 Treinaantallen voor de verschillende situaties.

Scenario	Totaal aantal treinen per jaar
Huidige situatie (cijfers uit 2011)	18.250
Referentiesituatie 2030 (Nulalternatief)	66.386
Project Calandbrug worstcase + referentiesituatie 2030	69.126

Voor scheepvaart en het verkeer van het hoofdwegennet en onderliggende wegennet zijn de prognoses voor het project Calandbrug en de referentiesituatie 2030 gelijk. Voor de scheepvaart wordt verwacht dat in 2030 circa 6.300 scheepvaartbewegingen onder de Calandbrug plaats gaan vinden. De scheepvaartintensiteit in de referentiesituatie en voor het project Calandbrug is gelijk.
Uit voorspellingen van Rijkswaterstaat blijkt dat het wegverkeer over de Calandbrug in 2030 voor beide richtingen ongeveer 36.000 motorvoertuigen per werkdag zal zijn (RHDHV,2013b). Ter plaatse van de Natura2000-gebieden zijn de prognoses voor het hoofdwegennetwerk en onderliggende wegennetwerk voor 2030 gebruikt.

Conclusie passende beoordeling Havenbestemmingsplannen

Als gevolg van activiteiten die ruimtelijk mogelijk worden gemaakt in de nieuwe havenbestemmingsplannen (conform het Voorkeursalternatief) treden storingsfactoren op in de omgeving van het gezamenlijke plangebied, waaronder in Natura 2000-gebieden. In het kader van deze passende beoordeling is bepaald en beoordeeld of deze storingsfactoren tot een (significant) effect op Natura 2000- instandhoudingsdoelstellingen kunnen leiden. Uit de effectbepaling is gebleken dat een toename van licht en geluid (boven water en land) en twee windturbineprojecten, niet tot significante effecten op Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen zal leiden. Met het jaarlijks afvoeren van het sluik uit 4 ha veenmosrietland wordt voorkomen dat er een toename van stikstofdepositie door de activiteiten in het Voorkeursalternatief op het habitattype Overgangs- en trilvenen veenmosrietland in de Nieuwkoopse Plassen & De Haeck optreedt. Er resteren derhalve geen effecten. Het Voorkeursalternatief leidt verder tot geen andere storingsfactoren en/of (significant) negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen.

Conclusie passende beoordeling 2e Maasvlakte

In PKB PMR (2006) is vastgelegd dat de negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van de speciale beschermingszones worden gecompenseerd. Vastgelegd is dat:

- voor de compensatie van zeenatuur een zeereservaat wordt mogelijke gemaakt van circa 31.250 ha in de Voordelta (bwb15),
- voor compensatie van habitattype 2130 voor de Delflandse kust duinen met strand en vochtige duinvalleien worden mogelijk gemaakt met een omvang van maximaal 100 ha (bwb 16) en
- voor de compensatie van kwaliteitsverlies van zeereep een nieuwe zeereep van maximaal 15 ha mogelijk wordt gemaakt bij de Brouwersdam (bwb 17)

Met de instelling van het Zeereservaat in de Voordelta wordt beoogd om de natuurwaarde van de Voordelta te vergroten en hiermee het areaalverlies van habitattype 1110 door middel van een kwaliteitsverbetering te compenseren. Om dat te bereiken zal een aantal gebruiksfuncties niet meer worden toegestaan of worden
beperkt. Het betreft extra maatregelen, bovenop hetgeen al vereist is in het kader van de natuurwetgeving. Door deze extra maatregelen zal een zodanige kwaliteitsverbetering van de bestaande natuurwaarden plaatsvinden, dat hiermee de negatieve effecten van Maasvlakte 2 in hetzelfde Natura 2000-gebied worden
gecompenseerd.Bij de bepaling van de omvang van het Zeereservaat is er van uit gegaan dat per oppervlakte-eenheid reservaat een ecologische winst van circa 10% is te bereiken. De realisering van het zeereservaat zal worden gewaarborgd door:

- een Aanwijzingsbesluit ex art. 10a Natuurbeschermingset 1998, waarin de (extra) instandhoudingsdoelstellingen worden vervat;
- een Beheersplan ex artikel 19a en verder Natuurbeschermingswet 1998;
- een Vergunning ex artikel 19d en verder Natuurbeschermingswet 1998 (voor de landaanwinning) met daarin de compensatieopgave.

4 AFBAKENING EFFECTEN

De storingsfactoren die mogelijk effect kunnen hebben op de instandhoudingsdoelstellingen van de omliggende gebieden zijn verstoring door (onderwater) geluid en trillingen tijdens de aanleg en permanente verstoring door geluidbelasting en kwaliteitsverandering van habitattypen en leefgebieden als gevolg van stikstofdepositie tijdens de aanleg- en gebruiksfase. Er is geen sprake van fysiek ruimtebeslag, omdat de Natura 2000 gebieden op meer dan 5 km afstand van de Calandbrug liggen.

Verstoring door geluid en trillingen tijdens uitvoering
Er kan tijdens de uitvoering sprake zijn van verstoring door geluid en trillingen in bodem en water door menselijke activiteiten, omlegging van het spoortracé waarbij men gaat boren, heien en zwaar materieel inzet. Trilling kan leiden tot verstoring van het natuurlijke gedrag van soorten. Stikstofdepositie als gevolg van de aanlegfase beschrijven we kwalitatief.

Permanente effecten door verstoring door geluid
Door de verandering van de intensiteit van het spoor- en scheepvaartverkeer kan de geluidbelasting in het gebied veranderen. Geluidsbelasting kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens weer leiden tot het verlaten van het leefgebied of bijvoorbeeld een afname van het reproductiesucces. Een hoge geluidsbelasting kan zorgen voor een maskerend effect in de communicatie tussen individuen. De paarvorming kan hierdoor minder succesvol zijn en de reproductie lager (Kleijn,2008).

Permanente effecten stikstofdepositie
Vermesting van habitattypen is mogelijk via stikstofdepositie uit de lucht en via aanvoer van stikstof en fosfaat via het oppervlakte- en grondwater. De achtergronddepositie van vermestende stoffen (stikstof) in Nederland is vrijwel overal hoger dan de zogenaamde kritische depositiewaarden (RIVM,2010).
De verandering van de intensiteit op het spoor en de uitstaat tijdens de uitvoering kunnen zorgen voor veranderingen in de stikstofdepositie. Het gevolg van stikstofdepositie is dat deze extra stikstof extra groei geeft. Daarbij is de beschikbaarheid van stikstof bepalend voor de concurrentieverhoudingen tussen de plantensoorten. Als de stikstofdepositie boven een bepaald kritisch niveau komt, zorgt dit voor kwaliteitsverlies van habitattypen en leefgebieden.

Reikwijdte storingsfactoren

De afbakening van het studiegebied is bepaald aan de hand van de reikwijdte van de storingsfactoren en de afstand tot de bron van verstoring. Voor het project Calandbrug zijn dat de verstoring door aanlegwerkzaamheden aan de brug en/of het nieuwe spoor in het plangebied en geluidbelasting en stikstofdepositie door toename van de treinintensiteit op de Havenspoorlijn. In Tabel 6 zijn de afstanden tot de bronnen per gebied op een rij gezet.

Tabel 6 Afstanden ten opzichte van plangebied en spoorlijn per gebied

Natura 2000-gebied	Ligging ten opzichte van plangebied	Ligging ten opzichte van spoorlijn
Oude Maas	5 km	4,2 km
Solleveld en Kapittelduin	8,5 km	2,1 km
Voornes duin	9 km	0,53 km
Voordelta	12 km	0,19 km

Het studiegebied voor de voortoets Natuurbeschermingswet is begrensd door de grens waarbij (externe) ecologische effecten nog optreden. Dit wordt per fase toegelicht.

Aanlegfase

Allereerst wordt de reikwijdte van de verstoring tijdens de aanleg bepaald. Deze verstoring bestaat uit:

- Verstoring door trillingen
- Verstoring door (bouw)geluid
- Kwaliteitsverlies door stikstofdepositie

Trillingen en bouwgeluiden, veroorzaakt door machines en voertuigen boven water hebben vooral effect op de directe omgeving. Het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied ligt op 5 km afstand en behoort hiermee niet meer tot de directe omgeving. Tijdelijke effecten boven water kunnen hiermee uitgesloten worden. Trillingen en (bouw)geluid onder water kunnen mogelijk nog wel effect hebben op soorten die hier gevoelig voor zijn. Vooral vissen en zeehonden zijn gevoelig voor impulsgeluiden met een hoog geluidsniveau. Voor de Voordelta zijn vier soorten trekvissen en twee soorten zeehonden aangewezen als doelsoorten. In de andere drie Natura 2000-gebieden zijn geen trekvissen of zeehonden aangewezen als doelsoorten. In de effectbeoordeling zijn de tijdelijke effecten van geluid en trillingen daarom alleen beoordeeld voor de Voordelta.

De afstand tussen de Calandbrug en de Natura 2000-gebieden in de omgeving is meer dan 5 kilometer en meer dan 8 kilometer indien alleen de stikstofgevoelige gebieden in beschouwing genomen worden. De NOx emissie tijdens de uitvoering is afhankelijk van de wijze en duur van de uitvoering en de inzet van materieel en op dit moment nog niet exact in beeld. Indien wordt uitgegaan van een bijdrage van circa 5 mol/ha/jaar direct naast de Calandbrug (dit cijfer is gebaseerd op andere vergelijkbare projecten), is de verwachting dat de depositie in het plangebied maximaal 0,1-0,2 mol/ha/jaar per jaar gedurende de uitvoering bedraagt. Omdat dit effect eenmalig en over een korte periode optreedt, zal de stikstofdepositie in de Natura 2000-gebieden geen negatieve effecten ondervinden. De effecten worden bepaald door de emissie van nabijgelegen bronnen (industrie, treinverkeer, wegverkeer en scheepvaart). De effectbeoordeling voor stikstofdepositie beperkt zich om die reden tot de gebruiksfase.

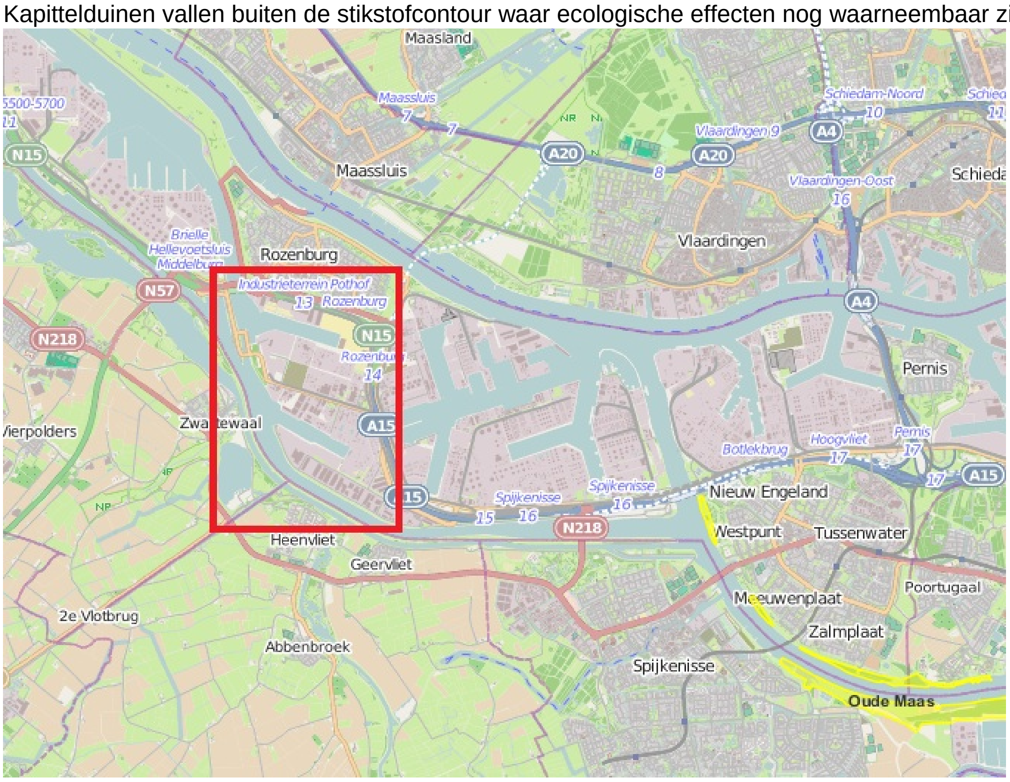
Gebruiksfase

De permanente effecten als gevolg van verandering van tracés en intensiteit spoor- en scheepvaartverkeer bestaan uit:

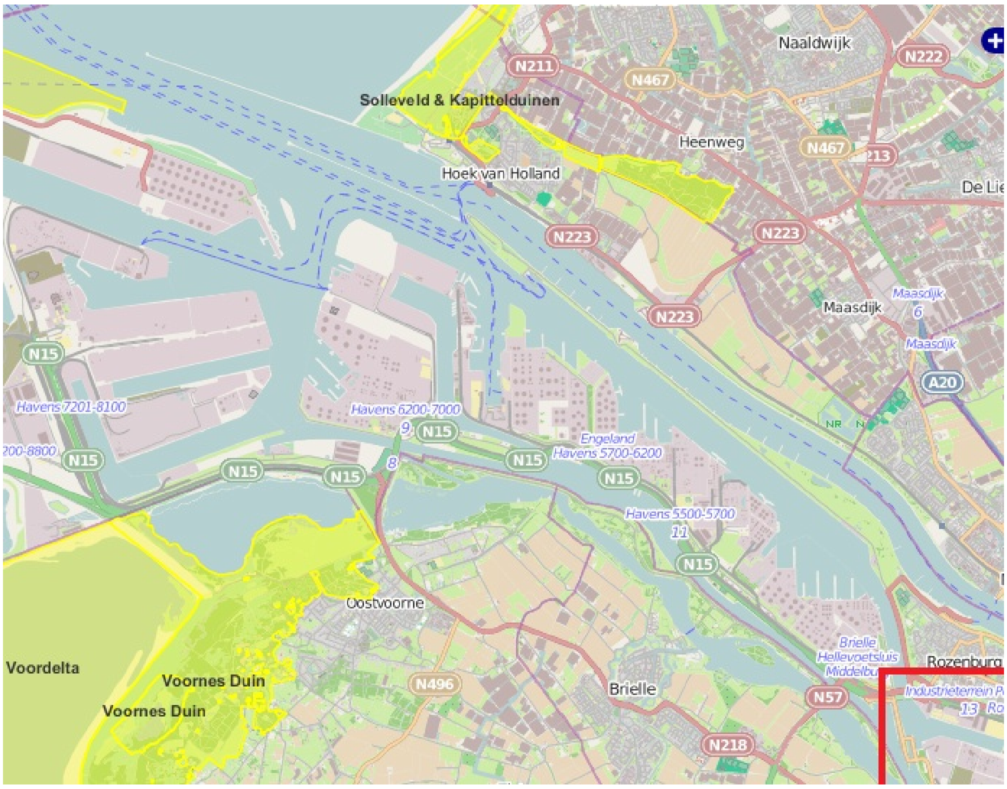
- Verstoring van diersoorten door geluid (geen trillingen);
- Kwaliteitsverlies van habitattypen door stikstofdepositie.

Om de reikwijdte van de effecten van geluid te bepalen, zijn geluidscontouren berekend. Het Natura 2000-gebied Oude Maas ligt binnen de directe invloedssfeer van de Havenspoorlijn, maar de kwalificerende habitattypen en soorten zijn niet gevoelig voor verstoring door geluid en stikstofdepositie. De berekening van de toename van geluidsbelasting is daarom gedaan voor het plangebied en het westelijk gelegen deel van de Havenspoorlijn. Voordelta en Voornes Duin liggen binnen de laagst gehanteerde contour van 42 dB(A) waar nog effecten op vogels optreden (zie paragraaf 5.1 en bijlage 2d). Uit de resultaten van de modelberekeningen is gebleken dat alleen binnen Voornes Duin en Voordelta sprake is van een zeer kleine toename van geluidsbelasting en niet Solleveld&Kapittelduinen. Om die reden beperkt het studiegebied van de voortoets zich tot Voornes Duin en de Voordelta.

Effecten van stikstof zijn berekend voor de Natura2000-gebieden met stikstofgevoelige habitats of habitatsoorten in de wijde omgeving. De gebieden waar deze habitats en soorten voorkomen, zijn Voornes Duin, Voordelta en Solleveld & Kapittelduin. Oude Maas heeft geen stikstofgevoelige habitats of habitatsoorten, waardoor in Oude Maas geen effecten optreden en het gebied geen onderdeel is van het studiegebied. De uitkomsten van de modelberekeningen voor stikstofdepositie laten zien dat alleen in Voornes Duin en Voordelta sprake is van een toename van meer dan 0,51 mol N/ha/jaar. Het studiegebied beperkt zich daarom ook voor effecten van stikstofdepositie tot Voornes Duin en Voordelta. Solleveld en Kapittelduinen vallen buiten de stikstofcontour waar ecologische effecten nog waarneembaar zijn.



Afbeelding 3. Plangebied (rood vierkant) en het spoor ten opzichte van Oude Maas.



Afbeelding 4. Plangebied en het spoor ten opzichte van Solleveld & Kapittelduinen.



Afbeelding 5. Ligging Voordelta ten opzichte van de Havenspoorlijn



Afbeelding 6. Ligging Voornes Duin en Voordelta ten opzichte van de Havenspoorlijn

5 METHODE EN WERKWIJZE

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de aanpak van de analyse van de effecten en het toetsingskader.

5.1 Analyse tijdelijke effecten, stikstofdepositie en geluid

In deze beoordeling van tijdelijke effecten, stikstofdepositie en geluid als gevolg van de aanpassing van de Calandbrug, worden de mogelijke effecten op de natuurlijke kenmerken van de betrokken Natura 2000-gebieden bepaald en beoordeeld. De stappen die daarbij worden doorlopen, zijn:

1. Bepalen toename stikstofdepositie en geluid en invloed tijdelijke effecten in Natura 2000-gebieden;
2. Effectbepaling;
3. Effectbeoordeling;

Hieronder wordt de methodiek nader toegelicht.

1a. Bepalen invloed tijdelijke effecten op Natura2000-gebieden
Voor het bepalen van tijdelijke effecten tijdens de aanleg zijn geen berekeningen uitgevoerd. Op basis van de in hoofdstuk 3 beschreven activiteiten wordt verstoring door geluid en trillingen in bodem en water door boren, heien en/of het gebruik van zwaar materieel kwalitatief beoordeeld.

1b. Bepalen toename stikstofdepositie in Natura2000-gebieden
In deze voortoets wordt beoordeeld wat de mogelijke effecten zijn van de toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden ten gevolge van het project Calandbrug. Hierbij wordt het voorzorgsprincipe toegepast door uit te gaan van een worstcase benadering. Dat wil zeggen dat de werkelijke toename van stikstofdepositie in geen geval hoger zal zijn dan de toename die in deze beoordeling wordt gehanteerd (maar mogelijk wel lager). De depositie wordt berekend per habitattype binnen de invloedsfeer van het project. Dit wordt gedaan voor de huidige situatie, de referentiesituatie 2030, en het project Calandbrug. Het projecteffect wordt berekend door het verschil tussen de referentiesituatie 2030 en het project Calandbrug.
Voor de achtergronddepositie wordt uitgegaan van de grootschalige depositie Nederland (GDN). Deze wordt jaarlijks berekend door het RIVM en PBL, die ook berekeningen uitvoeren voor de zichtjaren 2020 en 2030. In die berekeningen wordt rekening gehouden met (economische) groei van industrie, landbouw en verkeer. In de berekeningen voor 2020 en 2030 wordt een daling van de achtergronddepositie voorspeld.
In deze voortoets wordt vanuit het voorzorgsprincipe niet van een daling van de achtergronddepositie uitgegaan, maar van de GDN 2013. Op deze wijze wordt een te positieve inschatting van de invloed van een referentiesituatie op de achtergrondwaarden stikstofdepositie voorkomen. Het is namelijk onzeker of de positieve trend daadwerkelijk optreedt en ook een vertraging van de positieve trend kan een negatief projecteffect zijn. Bovendien wordt zo rekening gehouden met het effect van cumulatie, bijvoorbeeld door de verdere ontwikkeling van Maasvlakte 2.
Er wordt van het beeld uitgegaan zoals dat ontstaat wanneer wordt uitgegaan van meerjarige klimatologie (10 jaar gemiddelde meteo). In de berekeningen van de stikstofdepositie is rekening gehouden met de duinbijtelling[2]. De depositie is berekend per habitattype binnen de invloedsfeer van de voor stikstof

2 Uit metingen van de RIVM is gebleken dat de stikstofdepositie in de kuststrook hoger is dan met de GDN werd berekend. Dit hangt vermoedelijk samen met de zee als bron van ammoniak. Om dit te corrigeren

gevoelig habitattypen. Op basis van de berekeningen is bepaald of er sprake is van overschrijding van de kritische depositiewaarde (KDW) of niet.

1c. Bepalen toename geluid in Natura 2000-gebieden
Voor geluid worden geluidscontouren berekend voor de volgende situaties:
- Spoor Huidig
- Spoor referentiesituatie 2030
- Cumulatie referentiesituatie 2030
- Project Calandbrug 2030
- Cumulatie Project Calandbrug 2030

In de gebruiksfase is er sprake van toename van geluidsbelasting boven water en land door de toename van treinen. De geluidsbelasting is berekend in L24 op 1,5 m hoogte. Deze waarden kunnen gekoppeld worden aan de drempelwaarden die door Reijnen en Foppen (1991) zijn aangegeven. Uit de passende beoordeling van de Havenbestemmingsplannen is gebleken dat berekeningen van het geluid op 150 cm een hogere geluidbelasting tot resultaat hebben dan berekeningen laag bij de grond (30 cm; de hoogte die representatief is voor foeragerende watervogels). De effectbeoordeling in de voortoets gaat dus uit van een ongunstige situatie. L24 geeft ten opzichte van berekeningen met LAeq dag (berekening overdag) een overschatting van de geluidsbelasting in de nacht en een onderschatting in de dag. Omdat het verschilt per soort wanneer ze aanwezig zijn, is het gebruik van L24 te verantwoorden en biedt een gemiddeld beeld van de geluidsbelastin gedurende 24 uur.

Voor de cumulatiemodellen worden industrie, liggende schepen, varende schepen en wegverkeer meegenomen. Voor de cumulatie van geluid in de modellering gelden de volgende uitgangspunten:
- Voor spoor, scheepvaart, weg (inclusief onderliggend wegennet) wordt de planhorizon 2030 meegenomen
- Voor liggende schepen en industrie wordt gebruik gemaakt van de MER HIC (zichtjaar 2023) bronmodellen

Voor de Natura 2000 gebieden zijn er geluidscontouren en verschuivingen in oppervlakte tussen verschillende drempelwaarden berekend. Ter plaatse van Natura 2000 gebieden worden de geluidcontouren in de volgende klassen gepresenteerd 0-42, 42-45, 45-51, 51-55, 55-60, 60-70, >70 dB.

2. Effectbepaling
In de effectbepaling worden de ecologische effecten van de toename van de stikstofdepositie en geluid en de verstoring tijdens de aanlegfase beoordeeld. Het resultaat van de effectbepaling is een overzicht van habitattypen per gebied, die - uitgaande van huidige omstandigheden - effecten kunnen ondervinden van de toegenomen stikstofdepositie en geluidsbelasting en mogelijk beïnvloeding ondervinden van tijdelijke effecten.

Stikstof
Voor de stikstofgevoelige habitattypen is het oppervlak van het habitattype dat overschrijding van de KDW ondervindt berekend en de mate van deze overschrijding, voor zowel de huidige situatie als de exploitatiefase met achtergronddepositie. De kritische depositiewaarden van de habitattypen zijn gebaseerd op Van Dobben et al. (2012). Bij deze interpretatie van het ecologisch effect wordt er rekening gehouden met achtergronddepositie, duinbijtelling milieukenmerken en het gevoerde beheer.

---

wordt in deze voortoets de zogenaamde duinenbijtelling toegepast. Een nadere toelichting op de duinenbijtelling is te vinden in de notitie duinenbijtelling (RIVM, 2012).

De ecologische gevolgen zijn onder andere afhankelijk van de lokale omstandigheden, waaronder ook de achtergronddepositie. Dat betekent dat de bijdrage vanuit het plangebied (van de exploitatiefase) wordt opgeteld bij de achtergronddepositie, en wordt bepaald of bij dit hogere depositieniveau negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen kunnen optreden.
Lokale milieukenmerken en omstandigheden zijn dynamiek (bijvoorbeeld verstuiving), hydrologie (grondwaterstand, aanwezigheid kwel, kwaliteit boezemwater), bodemparameters (kalkrijkheid, mineralisatiesnelheid, zuurgraad), biotische factoren (bijvoorbeeld begrazing door konijnen) en het beheer dat in het gebied plaatsvindt. Met bovenstaande gegevens kan er worden bepaald of er een ecologisch effect kan optreden of dat dit is uitgesloten.

Geluid
Per habitattype en soorten wordt ingegaan op het oppervlak van het habitattype dat overschrijding van de drempelwaarden ondervindt en de mate van deze overschrijding voor de huidige situatie en de exploitatiefase. Bij de beoordeling van de ecologische effecten van geluidsbelasting zijn de volgende drempelwaarden en dosiseffectrelatie van Reijnen et. al (1991) gebruikt:

Tabel 7 Dosis-effect-relatie geluid niet-broedvogels (Reijnen en Foppen, 1991)

Geluidniveau in dB(A)	Afname dichtheid broedvogels van bos	Afname dichtheid broedvogels van open kavel
< 42	geen effect	geen effect
42-45	afname 0 – 5	% geen effect
45-48	afname 5 – 14%	afname 0 - 3%
48-51	afname 14 - 24%	afname 3 - 16%
51-55	afname 24 - 35%	afname 16 - 30%
55-60	afname 35 - 48%	afname 30 - 43%
60-65	afname 48 - 60%	afname 43 - 56%
>65	afname 70%	afname 70%

Tabel 8 Dosis-effect-relatie geluid niet-broedvogels (Reijnen en Foppen, 1991)

Geluidniveau in dB(A)	Afname dichtheid niet-broedvogels
<51 dB(A)	Geen effect
51-55 dB(A)	Afname 0-20%
55-60 dB(A)	Afname 20-40 %
60-65 dB(A)	Afname 40-60 %
65-70 dB(A)	Afname 60-70 %

Tijdelijke effecten tijdens de aanleg
Op basis van de verspreiding van habitatsoorten die gevoelig zijn voor (onderwater)geluid en trillingen en de reikwijdte van deze effecten is een kwalitatieve beoordeling van de effecten op instandhoudingsdoelstellingen gemaakt. Voor het bepalen van de tijdelijke effecten tijdens de aanlegfase is voor de worstcase situatie uitgegaan van grootschalige renovatie van de brug en omlegging van de spoorlijnen.

3. Effectbeoordeling en toetsingskader
Bij de effectbeoordeling wordt bepaald of een effect dat optreedt negatieve gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen van een Natura 2000-gebied heeft. Bij de effectbeoordeling wordt getoetst aan de (gewenste) omvang en kwaliteit van (doel)habitattypen en leefgebied en populatie van soorten. Er wordt alleen ingegaan op de soorten en habitattypen die gevoelig zijn voor een van de drie storingsfactoren die veroorzaakt worden door het project Calandbrug.

6 EFFECTBEPALING EN- BEOORDELING

In dit hoofdstuk worden de effecten van de toename in stikstofdepositie en geluidsbelasting beschreven en beoordeeld alsook de tijdelijke effecten per Natura 2000-gebied. Bij de effectanalyse is bekeken of de toename in stikstofdepositie, geluid en de invloed van tijdelijke effecten een effect hebben op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling conform de beschreven methode in hoofdstuk 5. Bij de beoordeling zijn de kaarten in bijlage 1 (stikstofdepositie) en 2 (geluid) betrokken. Op deze kaarten is per Natura 2000-gebied de ruimtelijke verspreiding van de habitattypen en soorten aangegeven in combinatie met de locaties waar er sprake is van een toename van stikstofdepositie of geluidsbelasting, zowel voor de huidige situatie als de toekomstige situatie. In bijlage 3 zijn de resultaten van de stikstofberekeningen opgenomen. Uit de berekeningen voor geluid en stikstof blijkt dat de veranderingen beperkt zijn in omvang en oppervlakte.

6.1 Voornes Duin

Tijdelijke effecten

Er zijn geen habitattypen of soorten die gevoelig zijn voor trillingen en onderwatergeluid aangewezen in Voornes Duin. Daarnaast is de afstand tot het plangebied waar het project Calandbrug uitgevoerd gaat worden 9 km, waardoor tijdelijk effecten op Voornes Duin uitgesloten kunnen worden.

Permanente effecten als gevolg van stikstofdepositie

Voornes Duin valt binnen de 0,051 contour. Om deze reden zijn effecten op Voornes Duin in relatie tot stikstofdepositie inzichtelijk gemaakt. In Om de effecten van een toename van stikstofdepositie op de habitattypen en soorten in Voornes Duin te beoordelen wordt eerst een schifting gemaakt tussen habitattypen en soorten die gevoelig zijn voor een toename van stikstofdepositie en habitattypen en soorten die niet gevoelig zijn (zie Tabel 9).

Tabel 9 Stikstofgevoelige habitattypen en soorten Voornes Duin binnen de invloedssfeer, zie bijlage 1c.

	Instandhoudingsdoelstellingen	**SVI Landelijk**	**Doelst. Opp.vl.**	**Doelst. Kwal.**	**Doelst. Pop**
Habitattypen					
H2130A	*Grijze duinen (kalkrijk)	--	>	>	
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	-	>	>	
Habitatsoorten					
H1340	*Noordse woelmuis	--	>	>	>
H1903	Groenknolorchis	--	>	=	>
Legenda					
SVI landel	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)				
=	Behoudsdoelstelling				
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling				
=(<)	Ontwerp-aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering				

Tabel 10 Oppervlak in ha per voor stikstof gevoelig habitattype met projecteffect tussen de 0,1 en 0,2 mol N per Ha/jaar

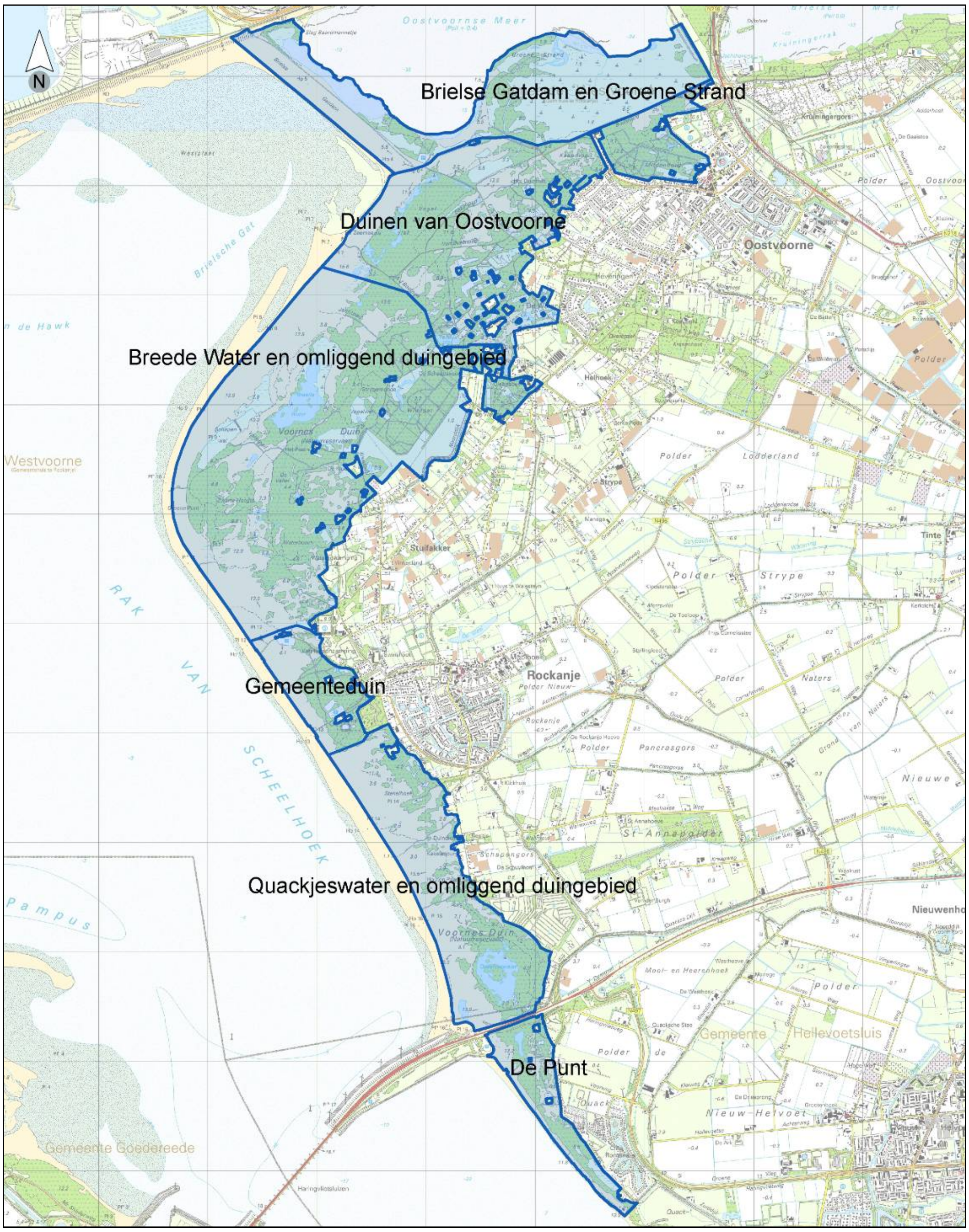
Natura 2000 gebied	Habitattype	KDW	Huidige Situatie 2013			Totaal oppervlak habitattype	Oppervlakte overschrijding KDW in 2013	Planeffect			
			Min	Max	Gem			Oppervlakte			Overschrijding KDW ter plaatse van projecteffect
		[mol N/ha/jr]	[mol N/ha/jr]	[mol N/ha/jr]	[mol N/ha/jr]	Ha %	Ha %	0 mol N/ha/jr	0.1-0.2 mol N/ha/jr	>0.2 mol N/ha/jr	
Voornes Duin	H2130A	1071	1067	2107	1539	75.1	74.2	74.6	0.5	0.0	ja
						100%	99%	99.3%	0.7%	0.0%	
	H2190B	1429	1099	2107	1402	57.0	31.6	56.2	0.9	0.0	Nee,
						100%	55%	98.4%	1.6%	0.0%	max. 1177 Mol N/ha/jr

In Tabel 10 is voor de stikstofgevoelige habitattypen in Voornes Duin berekend hoeveel van het totale oppervlak per habitattype effect heeft van het project Calandbrug.
Voor de habitattypen geldt dat op basis van de huidige situatie 2013 de KDW wordt overschreden voor H2130A kalkrijke grijze duinen. Voor H2190B vochtige duinvalleien is de totale huidige stikstofdepositie ter plaatse van het projecteffect minder dan de kritische depositiewaarde van 1429 mol/ha/jr. Het uiteindelijke projecteffect per habitattype is zeer klein; voor vochtige duinvalleien (H2190b) 0,9 ha van de 57 ha en voor kalkrijke grijze duinen (H2130a) geldt dat 0,5 ha van totaal 75,1 ha beïnvloed wordt met een depositie toename tussen de 0,1 en 0,2 mol N per ha/jaar. In de onderstaande paragrafen wordt per habitattype en habitatsoort beoordeeld wat het effect is van een toename van stikstofdepositie tussen de 0,1 en 0,2 mol N per ha/jaar.

<u>Aanwezige Natuurwaarden en trends</u>
Voor Voornes Duin ligt er een Sense of Urgency opgave voor de habitattypen kalkrijke Grijze duinen en heischrale Grijze duinen. Verder ligt er een kernopgave voor open vochtige duinvalleien: behoud van de oppervlakte en herstel van de kwaliteit van vochtige duinvalleien (kalkrijk) en behoud van de vochtige duinvalleien als habitat van roerdomp, lepelaar, blauwe kiekendief, velduil, noordse woelmuis*, nauwe korfslak en groenknolorchis. Het * betekent dat de noordse woelmuis een prioritaire soort is.

Vochtige duinvalleien H2190b
Vochtige duinvalleien bestaan uit open water, vochtige graslanden, lage moerasvegetaties en rietlanden, gelegen in natuurlijke laagten in de duinen. Kenmerkend zijn vooral de natte omstandigheden, waarbij de standplaatsen in de winter onder water staan en in het voorjaar droogvallen.
Vochtige duinvalleien kunnen op twee manieren ontstaan. Primaire duinvalleien ontstaan doordat strandvlakten door duinen worden afgesnoerd van zee. Secundaire duinvalleien ontstaan doordat stuifkuilen uitstuiven tot op het grondwaterniveau. Binnen vochtige duinvalleien bestaat een grote variatie aan standplaatscondities, afhankelijk van ontstaansgeschiedenis, leeftijd, waterregime en kalkgehalte van de bodem of het kwelwater. Om die reden zijn de vochtige duinvalleien in een viertal subtypen opgesplitst, waarbij waterdiepte, vegetatiestructuur en kalkgehalte bepalend zijn voor de verschillen tussen de subtypen. Voornes Duin is aangewezen voor drie van de vier onderkende subtypen.

H2190b komt voor op een kalkrijke bodem, waardoor buffering tegen verzuring optreedt. Mineraalrijke kwel versterkt dit proces. In een goed functionerend hydrologisch systeem worden nutriënten snel afgevoerd en is het type weinig gevoelig voor stikstofdepositie.



Afbeelding 7. Overzicht deelgebieden Voornes Duin

Voornes Duin bevat de beste voorbeelden van Vochtige duinvalleien (kalkrijk) in Zuidwest-Nederland. Vanwege de grote oppervlakte en de bijzondere kwaliteit levert het gebied een grote bijdrage aan het

landelijke doel voor dit subtype. Er heeft de afgelopen jaren echter wel een duidelijke afname plaatsgevonden van oppervlak en kwaliteit. De verruigde delen zullen hersteld moeten worden.
Zuid-Hollands Landschap en Natuurmonumenten gaan in deze en volgende beheerplanperiode dichtgegroeide duinvalleien open maken. Deze herstelprojecten zijn gericht op Vochtige duinvalleien maar de uitvoering is ook afgestemd op de functie van deze gebieden voor de nauwe korfslak. Door gefaseerd te werken en belangrijke leefgebieden te behouden, is er alleen sprake van een tijdelijke terugval van de populaties, waarna herstel plaats kan vinden. Uitbreiding van vochtige duinvalleien kan op het Groene Strand, bij het Breede Water (Waterbos) en op kleinere oppervlaktes in de Punt en bij het Quackjeswater zie afbeelding 7 en Tabel 11.
Voor alle subtypen van Vochtige duinvalleien geldt een landelijke uitbreidings- en verbeterdoelstelling. Het huidige oppervlak van alle subtypen gezamenlijk is naar schatting 1.000 ha. Het huidige en beoogde areaal Vochtige duinvalleien in Voornes Duin, zeker van Vochtige duinvalleien (kalkrijk), is relatief groot. Gezamenlijk zijn de subtypen goed voor een kleine tien procent van het landelijke areaal. Daarbij komt dat de kalkrijke Vochtige duinvalleien zeer soortenrijk zijn, met enkele zeer zeldzame soorten (Groenknolorchis). De bijdrage aan de landelijke doelstelling is daarmee groot (RHDHV,2013d).

Tabel 11 Huidige situatie H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk).

Deelgebied	Opp. (ha.)	Vegetatietypen	Typische soorten	Structuur en functie	Eindoordeel
Brielse Gatdam en Groene Strand	22,6	12 vegetatie-opnamen: 100% goed	goed: 79% aanwezig	goed: door herstelwerkzaamheden weinig opslag van bomen en struiken	goed
Duinen van Oostvoorne	9,7	18 vegetatie-opnamen: 100% goed	goed: 79% aanwezig	goed: door het regelmatig terugzetten van struweel	goed
Breede Water met omliggend duingebied	20,4	8 vegetatie-opnamen: 100% goed	goed: 83% aanwezig	goed: weinig opslag van bomen en struiken en bedekking van grassen is beperkt	goed
Quackjeswater met omliggend duingebied	3,1	onbekend	goed: 71% aanwezig	matig: in de van Baarsenvallei veel Wilgenopslag	matig
Totaal	*55,9*				

Conclusie

Voor vochtige duinvalleien is de totale stikstofdepositie (GDN 2013 plus duinbijtelling) ter plaatse van het projecteffect minder dan de kritische depositiewaarde van 1429 mol/ha/jr. Ook inclusief de zeer beperkte toename als gevolg van het project wordt de kritische depositiewaarde van dit habitattype niet overschreden. 0,9 ha van de in totaal 57 ha vochtige duinvalleien wordt beïnvloed door het project Calandbrug met een toename van stikstofdepositie tussen de 0,1 en 0,2 mol N/ha/jr. Een negatief effect als gevolg van het project Calandbrug op de instandhoudingsdoelstellingen voor vochtige duinvalleien kan daarom worden uitgesloten.

Grijze duinen (kalkrijk) H2130a

Voor Grijze duinen (kalkrijk) is de instandhoudingsdoelstelling uitbreiding van oppervlakte en verbetering van kwaliteit. Kalkrijke Grijze duinen zijn tevens als sense-of-urgency met een beheeropgave opgenomen. Dit betekent dat in de eerste beheerplanperiode maatregelen getroffen moeten worden om de achteruitgang te keren. Voor een optimale situatie is een toename tot ongeveer 10.000 hectare gewenst. De bijdrage van Voornes Duin aan het streefareaal en de kwaliteit van kalkrijke Grijze duinen bedraagt met de beoogde uitbreiding ruim twee procent.
De grootste oppervlaktes kalkrijke Grijze duinen liggen in de Duinen van Oostvoorne en de deelgebieden Breede Water en Quackjeswater, zie Tabel 12. De huidige oppervlakte van grijze duinen kalkrijk in Voornes duin is bijna 70 hectare versnipperd over het gebied. De kwaliteit is op dit moment matig of slecht. Dit wordt veroorzaakt door het ontbreken van typische soorten, het vrijwel ontbreken van kaal zand/verstuivingen, een te kleine schaal, de slechte konijnenstand en sterke verstruiking. De vegetatiekundige kwaliteit is overal echter goed en er zijn geen indicaties van stikstofeffecten (vergrassing) (Royal HaskoningDHV, 2013d).

In de eerste beheerplanperiode wordt uitbreiding en verbetering van kalkrijke Grijze duinen gezocht in de gebieden met de meeste potenties. Dit betreft delen in Duinen van Oostvoorne, de Groene punt en Waterbos (beide deelgebied Breede Water en omliggend duingebied) en bij het Meertje Pompstation (deelgebied De Punt). De herstellocaties zijn zo zoveel mogelijk richting de kust gelegen omdat hier de dynamiek het grootst is. Er wordt aangesloten op herstelprojecten van de duinvalleien zodat grotere oppervlakken ontstaan waar de wind meer vat op heeft.

De herstelprojecten zijn primair gericht op uitbreiding en verbetering van kalkrijke Grijze duinen. De uitvoering is echter mede afgestemd op de functie van deze gebieden voor de nauwe korfslak. Door gefaseerde uitvoering, het behouden van belangrijke leefgebieden en extensief beheer in belangrijke deelgebieden is alleen sprake van een tijdelijke terugval van populaties, waarna herstel plaats kan vinden.
In het kader van het maatregelenpakket tegen effecten van stikstof (NOx-convenant) wordt het beheer in de komende jaren verder geïntensiveerd. De niet begraasde delen van de Duinen van Oostvoorne en rond het Breede Water worden waar nodig gemaaid. Langs de kust worden op plekken waar nu weinig verstuiving is stuifkuilen aangelegd die zorgen voor lichte overstuiving van de landinwaarts hiervan gelegen grijze duinen. In een aanvullend maatregelenpakket wordt ook het beheer in 4 hectare kalkrijke grijze duinen in deelgebied de Vallei geïntensiveerd.

Tabel 12. Huidige situatie H2130A Grijze duinen (kalkrijk).

Deelgebied	Opp. (ha.)	Vegetatietypen	Typische soorten	Structuur en functie	Eindoordeel
Brielse Gatdam en Groene Strand	5,0	onbekend	matig: 44% aanwezig	slecht: veel struweel, geen open plekken, en weinig konijnen	slecht
Duinen van Oostvoorne	16,9	20 vegetatie-opnames: 100% goed	goed: 74% aanwezig	matig: opslag van struweel, weinig verstuiving	matig
Breede Water met omliggend duingebied	21,0	4 vegetatie opnamen: 100% goed	matig: 65% aanwezig	matig: opslag van struweel, weinig verstuiving	matig
Gemeenteduin	2,1	2 vegetatie opnamen: 100% goed	slecht: 18% aanwezig	slecht: veel struweel, geen open plekken, en weinig konijnen	slecht
Quackjeswater met omliggend duingebied	24,1	17 vegetatie-opnamen: 100% goed	matig: 65% aanwezig	matig: opslag van struweel, weinig verstuiving	matig
Totaal	*69,1*				

Conclusie

Voor kalkrijke grijze duinen geldt dat 0,5 ha van de totaal 75,1 ha beïnvloed wordt met een depositie toename tussen de 0,1 en 0,2 mol N per ha/jaar. De totale huidige stikstofdepositie (inclusief duinbijtelling) ter plaatse van het door het project beïnvloede gebied is 1000-1500 mol N/ha/jr, waarmee de kritische depositiewaarde van 1071 mol/ha/jr overschreden wordt. Doordat de overschrijding plaatsvindt op een klein oppervlak en door de kleine toename in mollen heeft dit ecologisch echter geen aantoonbaar effect. Hiernaast zal door de hoge kalkrijkdom van de bodem en door de sterk toegenomen intensiteit van het terreinbeheer extra stikstofdepositie in deze geringe mate uit het plangebied geen effect hebben op kalkrijke grijze duinen. Een negatief effect als gevolg van het project Calandbrug op de instandhoudingsdoelstellingen voor kalkrijke grijze duinen kan worden uitgesloten.

Groenknolorchis

In Voornes Duin is een van de grootste populaties Groenknolorchissen aanwezig. In Voornes Duin komt de soort het meest voor in een zone vanaf de Brielse Gatdam tot aan het Groene Strand. De grootste populaties bevinden zich rond het Oostvoornse Meer. In De Punt komt de Groenknolorchis niet voor, zie afbeelding 8 en Tabel 13.

Het belang van Voornes Duin voor de landelijke populatie Groenknolorchis is zeer groot. Ongeveer vijf procent van de nagestreefde populatie komt momenteel in het gebied voor.

De soort verkeert in een zeer ongunstige staat van instandhouding, wat vooral veroorzaakt wordt door populaties in het binnenland waar het niet goed mee gaat, in de duinen is de soort over het algemeen stabiel. De groenknolorchis is gevoelig voor een toename van stikstofdepositie waardoor de soort te maken kan krijgen met lichte concurrentie door een hoge vegetatiestructuur. Voor uitbreiding van de oppervlakte kan de soort meeliften met de uitbreidingsopgave van de Vochtige duinvalleien, dit is het habitattype waar de soort in voorkomt. Voor de eerste beheerplanperiode is een uitbreiding voorzien van kalkrijke Vochtige duinvalleien van 57 hectare naar 76 hectare.

De effectiviteit van de uitbreiding zal afhangen van de effecten van de peilopzet van het Oostvoornse Meer. Ten gevolge van de convenantafspraak tussen de partijen Provincie Zuid-Holland, het Zuid-Hollands Landschap, Recreatieschap Voorne-Putten-Rozenburg, Waterschap Hollandse Delta, gemeente Westvoorne, gemeente Rotterdam en Havenbedrijf Rotterdam met betrekking tot het waterpeil van het

Oostvoornse Meer is een (tijdelijk) afname van het oppervlak aan (potentiële) standplaats te verwachten. Wanneer de juiste inrichtings- en beheermaatregelen genomen worden, is dit areaal elders op het Groene Strand weer te creëren. De populatie is dusdanig groot dat de soort potentiële groeiplaatsen goed kan bereiken.



Afbeelding 8. Voorkomen Groenknolorchis in de periode 2006 – 2011. Voor terreinen van Natuurmonumenten waren alleen gegeven van 2006 – 2007 beschikbaar (Bron: inventarisatiegegevens NM en ZHL).

Tabel 13. Huidige situatie Groenknolorchis.

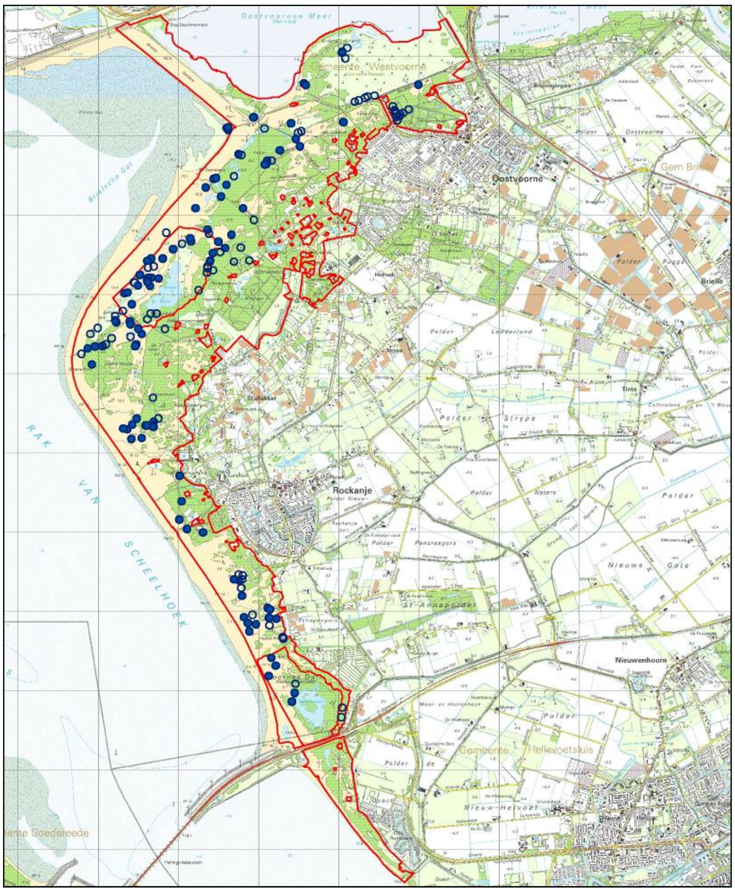
Deelgebied	populatie	leefgebied	uitwisseling	eindoordeel
Brielse Gatdam en Groene Strand	goed, meer dan 2000 exemplaren	ruim 20 hectare van goede kwaliteit	voldoet, nieuwe potentiële groeiplaatsen binnen dispersieafstand	goed
Duinen van Oostvoorne	slecht, enkele exemplaren	enkele hectaren van goede kwaliteit	voldoet, nieuwe potentiële groeiplaatsen binnen dispersieafstand	slecht
Breede Water met omliggend duingebied	goed, ruim 100 exemplaren	enkele hectaren van goede kwaliteit	voldoet, nieuwe potentiële groeiplaatsen binnen dispersieafstand	goed
Quackjeswater met omliggend duingebied	slecht, enkele exemplaren	enkele hectaren van goede kwaliteit	voldoet niet, nieuwe potentiële groeiplaatsen op grotere afstand	slecht
Totaal		*enkele tientallen hectaren*		

Conclusie
Vochtige duinvalleien is het habitattype waar de groenknolorchis vooral voorkomt in Voornes Duin. Er is geen sprake van een negatief effect op de groenknolorchis, omdat de soort in Voornes Duin met name voorkomt in vochtige duinvalleien en de kritische depositiewaarde daar niet wordt overschreden en omdat het gaat om een zeer beperkte toename van 0,1 -0,2 mol N per ha/ jaar over een beperkt oppervlak.
Hiermee kan geconcludeerd worden dat er (ook) geen effect verwacht wordt op de instandhoudingsdoelstellingen voor de groenknolorchis als gevolg van de realisatie van het project Calandbrug.

Nauwe korfslak
De soort wordt het meest aangetroffen in duindoornstruwelen op kalkhoudende grond en onder populieren of abelen. Het voorkomen binnen Voornes Duin heeft een optimum in open tot half open vegetaties. Op plaatsen waar nauwelijks schaduw is te vinden (open vegetaties) wordt de soort weinig aangetroffen. Daarnaast heeft de soort een voorkeur voor vegetaties niet of slechts extensief worden beheerd. De meest belangrijke biotoop (zowel in kwaliteit als in omvang) is struweel op kalkhoudende bodems van wegedoorn, Kardinaalsmuts, Eenstijlige meidoorn en/of Duindoorn. Binnen het Natura 2000-gebied Voornes Duin komen deze biotopen over vele honderden hectaren voor, zie afbeelding 9.

Herstel en (cyclisch) onderhoud zijn voor het behoud van het leefgebied van de nauwe korfslak noodzakelijk omdat zonder beheermaatregelen het duingebied dicht zal groeien en de kwaliteit van de biotoop voor de nauwe korfslak zal verslechteren. Uitbreiding en verbetering van Grijze duinen in het Natura 2000-gebied Voornes Duin is één van de opgaven voor het Natura 2000-beheerplan. Dat andere instandhoudingsdoelstellingen hierdoor (tijdelijk) negatieve effecten kunnen ondervinden is onvermijdelijk. Het betreft in dit geval specifiek het habitattype H2160 (Duindoornstruweel), waarvoor in het aanwijzingsbesluit ruimte is voor enige achteruitgang voor de uitvoering van de opgave voor herstel van Grijze duinen. Door maatregelen voor kalkrijk grijs duin te nemen, en daarbij goede biotopen van de nauwe korfslak zo veel mogelijk te sparen, wordt zowel op de korte als de lange termijn duurzaam behoud van de omvang en kwaliteit van het leefgebied geborgd, en het behoud van de populatie. In totaal wordt als gevolg van de herstelmaatregelen 26% (worstcase) van het potentiële leefgebied ter plaatse van de

maatregelen op de korte termijn ongeschikt voor de nauwe korfslak (als overal tegelijkertijd de maatregelen in hun volledige omvang worden uitgevoerd), 74% van het potentiële leefgebied blijft onaangeroerd.
Dichtheden van nauwe korfslak zijn groter op plekken met een relatief open structuur (tot ¾ dicht) en relatief weinig worden beschaduwd. Zonder beheermaatregelen zal het gebied dichtgroeien en zal de kwaliteit van het biotoop voor nauwe korfslak op lange termijn afnemen. Op de lange termijn pakken de maatregelen voor de habitattypen dus positief uit voor de soort.



Afbeelding 9. Locaties waarnemingen Nauwe korfslak (dichte rondjes) in de periode 2005-2010. Bron: Stichting Anemoon. Als de soort niet is aangetroffen (open rondje) wil dat niet zeggen dat de soort niet aanwezig kan zijn in het gebied.

Conclusie

In Voornes Duin is de nauwe korfslak niet aangetroffen in het gebied waar een toename van stikstofdepositie optreedt (Brielse Gatdam) als gevolg van het project Calandbrug. Omdat het een lastig te inventariseren soort is, is echter niet uitgesloten dat de soort er voorkomt, omdat er wel geschikt leefgebied aanwezig is (onder andere het habitattype Grijze duinen). Er komen in zeker tien kilometerhokken populaties voor in biotopen als duindoornstruweel en vochtige duinvalleien. Door de zeer geringe toename van 0,1 -0,2 mol N per ha/ jaar over een beperkt oppervlak kunnen gevolgen voor het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen als gevolg van de realisatie van project Calandbrug uitgesloten worden.

Permanente effecten als gevolg van geluidsbelasting

In Tabel 14 zijn de soorten weergegeven die gevoelig kunnen zijn voor een toename in geluidsbelasting. In bijlage 1 zijn de kaarten met de geluidscontouren te vinden.

Tabel 14 Voor geluid gevoelige soorten.

	Instandhoudingsdoelstellingen	SVI Landelijk	Doelst. Opp.vl.	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop	drkr. Paren
Habitatsoorten						
H1340	*Noordse woelmuis	--	>	>	>	
Broedvogels						
A008	Geoorde fuut	+	=	=		5
A017	Aalscholver	+	=	=		1100
A026	Kleine Zilverreiger		=	=		15
A034	Lepelaar	+	=	=		110
Legenda						
SVI landel	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)					
=	Behoudsdoelstelling					
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling					
=(<)	Ontwerp-aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering					

In Tabel 15 is te zien dat de geluidsbelasting door de toename van de treinen op het spoor toeneemt. Het projecteffect van het project Calandbrug is bij cumulatie van alle geluidsbronnen echter zeer beperkt. Er is een kleine verschuiving dichtbij de Brielse Gatdam, waarbij 0,8 ha meer in de klasse van 45-51 dB ligt en het oppervlakte in de 45-51 dB contour met 0,8 ha toeneemt. Het gebied waar de geluidsbelasting toeneemt, is niet geschikt als broedgebied voor de soorten waarvoor instandhoudingsdoelen zijn geformuleerd. Er zijn daarom geen effecten op instandhoudingsdoelstellingen.

Tabel 15. Geluidbelast oppervlak (in hectare) in Natura 2000 gebied "Voornes Duin" ten gevolge van de spoorweg en omliggende bronnen in L24 op 1.5m hoogte.

dB klassen	Spoor Huidig	Spoor Nul Alt	Spoor Worst Case	Cumulatie Nul alt	Cumulatie Worst Case
42 - 45	9,2	25,4	27,2	117,2	116,7
45 - 51	3,3	9,2	10,2	81,1	81,9
51 - 55	0,0	1,4	1,5	10,8	10,8
55 - 60	0,0	0,0	0,0	5,8	5,8
60 - 70	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0
> 70	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Conclusie

Effecten als gevolg van een toename van geluidsbelasting door de realisatie van Calandbrug kunnen uitgesloten worden voor Voornes Duin.

6.2 Voordelta

Tijdelijke effecten
Hieronder worden voor twee soortgroepen, zeehonden en trekvissen, die gevoelig zijn voor onderwatergeluid beoordeeld wat het tijdelijke effect is van de werkzaamheden nabij de Calandbrug.

Zeehonden
Voor onderwatergeluideffect op zeehonden is er onderzoek gedaan naar de afstand tussen de zeehond en de bron van het verstorende onderwatergeluid. Wanneer er uitgegaan wordt van het heien op zee is tijdelijke doofheid tot op 4 km afstand mogelijk. Daarnaast wordt er van 80 km uitgegaan als afstand voor beïnvloeding van het gedrag(NWEA, 2014).

Gewone zeehond
De populatie in het Deltagebied bestaat uit migrerende dieren, uit de Waddenzee, het Verenigd Koninkrijk en Noord-Frankrijk. Een paar dieren brengen hun jongen groot in de Delta. Gewone zeehonden gebruiken drooggevallen platen om te rusten en jongen te werpen en te zogen. In de Voordelta maken ze vooral gebruik van de Hinderplaat, Bollen van de Ooster en de Verklikkerplaat, echter bieden deze platen onvoldoende rust waardoor maar een paar dieren tot jongen grootbrengen komen. Het is belangrijk om jaarrond rust te hebben rondom de platen, om te voorkomen dat de zeehonden wegtrekken. In het tweede beheerplan Voordelta worden de bovengenoemde platen samen met de Middelplaat aangewezen als rustgebied. Gewone zeehonden worden vooral in de periode van maart tot augustus waargenomen, omdat in deze periode het werpen en zogen van de jongen plaatsvindt (mei-augustus). In deze periode zijn de gewone zeehonden zeer gevoelig voor verstoring, net als in de verharingsperiode van juli tot half september. De landelijke staat van instandhouding is gunstig, dankzij de populatie in de Waddenzee, die de laatste decennia sterk is toegenomen.
De gewone zeehond heeft een instandhoudingsdoelstelling voor behoud van omvang en verbetering van de kwaliteit van het leefgebied, voor uitbreiding van de populatie. De Voordelta speelt hierin een belangrijke rol in de vorm van voortplantingsgebied en gebied voor het grootbrengen van de jongen.

Grijze zeehond
Grijze zeehonden nemen de laatste jaren toe in het Deltagebied, waarbij de Voordelta het meest belangrijke gebied is. Ze worden vooral waargenomen op de Hinderplaat, Bollen van de Ooster en de Verklikkerplaat op de delen die bij hoogwater droog blijven. Deze platen
Worden het hele jaar door gebruikt en intensiever tijdens het werpen van de jongen (december - januari) en de verharingsperiode (maart - april). De jongen van de grijze zeehond kunnen niet zwemmen en blijven daarom minstens drie weken op de platen liggen en zijn dan zeer gevoelig voor verstoring. In de verharingsperiode blijven alle dieren vaker op de kant. De trend is positief maar de landelijke staat van instandhouding is matig ongunstig. Voor de grijze zeehond geldt een instandhoudingsdoelstelling voor behoud van omvang en kwaliteit leefgebied voor het behoud van de populatie.

Conclusie: De Voordelta ligt op 12 km afstand van de geplande ingreep; project Calandbrug. Tijdelijke doofheid reikt tot 4 km voor zeehonden en kan daarmee uitgesloten worden. Beïnvloeding van gedrag kan tot 80 km reiken vanuit de bron van het onderwatergeluid. Dit is echter een worstcase benadering omdat voor het project Calandbrug niet geheid gaat worden in het water. Bij heien op land wordt slechts een deel van het geluid via de bodem aan het water doorgegeven. In de bodem dempt het effect binnen korte afstand. Onderwatergeluid/trillingen kunnen wel ver reiken.
De Voordelta ligt op 12 km afstand van de geplande ingreep, maar het Calandkanaal kan wel onderdeel zijn van de trekroute, waardoor effecten dichterbij de ingreep kunnen optreden. Het gedrag van de zeehonden zou beïnvloed kunnen worden en er kan mogelijk ruis komen in hun communicatie naar elkaar

toe. Tijdelijk kunnen er minder zwervende zeehonden in het Calandkanaal verschijnen en mogelijk wordt het Calandkanaal tijdens de heiwerkzaamheden (enkele dagen) volledig gemeden. Het foerageergebied kan hierdoor kleiner worden maar voedselbeperking door deze tijdelijke verstoring is onwaarschijnlijk(Heinis, 2009). Omdat dit maar een deel is van de route en het effect ook tijdelijk is, kan er geconcludeerd worden dat er mogelijk een beperkt effect op gedrag kan optreden, maar dit is geen negatieve verstoring, waardoor het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor zeehonden niet in het geding komt.

<u>Trekvissen</u>

De Voordelta is aangewezen als leefgebied voor trekvissen: zeeprik, rivierprik, elft en fint. Voor al deze trekvissen geldt de instandhoudingsdoelstelling behoud omvang en kwaliteit van het leefgebied voor uitbreiding van de populatie.

Zeeprik, rivierprik, elft en fint leven als volwassene in zout water en planten zich voort in zoet rivierwater. Fint en elft trekken in het voorjaar vanuit zee naar de rivieren en de juvenielen trekken in het najaar naar de zee. De trekperiode van de rivierprik is november tot april en zeeprik in april en mei. De juvenielen van de rivierprik en zeeprik trekken ook naar zee in het najaar. Er is geen duidelijke trend in aantallen en landelijke staat van instandhouding van alle vier de trekvissen is matig tot zeer ongunstig.

De kwaliteit van de voordelta als leefgebied is sterk afhankelijk door de Haringvlietsluizen die een barrière vormen in de vismigratieroute. De Voordelta zelf is op orde als leefgebied maar de barrière in de vorm van de Haringvlietsluizen is nog niet opgeheven.

In het eerste beheerplan (2008) werd ervan uitgegaan dat de Haringvlietsluizen in 2010 op een kier zouden gaan om trekvissen hun stroomopwaartse paaigebieden te laten bereiken. Op dit moment gaan de sluizen dicht als het vloed wordt en staan ze open bij eb. Bij eb is er echter geen sterke stroom zeevaart voor trekvissen om tegenin te zwemmen. De haringvlietsluizen zijn daarmee nog steeds een barrière en totdat het kierbesluit wordt uitgevoerd worden de doelstellingen voor de trekvissen niet gehaald (RHDHV, 2013c).

Voor vissen geldt dat ze als gevolg van het heien op zee permanente gehoorschade op kunnen lopen tot 0,15 km ten opzichte van de onderwatergeluidsbron. Vissen kunnen tijdelijke doofheid oplopen tot een afstand van 6 km ten opzichte van de bron. Het gedrag kan beïnvloed worden tot > 50 km ten opzichte van de bron.

Conclusie

De Voordelta ligt op 12 km afstand van de geplande ingreep; project Calandbrug. Door de grote afstand en de tijdelijkheid van de werkzaamheden worden effecten door stikstofdepositie uitgesloten. Permanente schade kan tot 0,15 km optreden bij trekvissen. Op populatieniveau is dit effect echter verwaarloosbaar en daarnaast is het een zeer tijdelijke verstoring van enkele dagen. De eventuele trekvissen in de omgeving van de werkzaamheden zullen wegtrekken. Tijdelijke doofheid reikt tot 6 km wat betreft vissen en kan daarmee uitgesloten worden. Beïnvloeding van gedrag kan tot >50 km reiken vanuit de bron van het onderwatergeluid (Heinis, 2009). Dit is echter een worstcase benadering omdat voor het project Calandbrug niet geheid gaat worden in het water. Er kan geconcludeerd worden dat er mogelijk een beperkt effect op gedrag kan optreden, maar dit is geen negatieve verstoring, waardoor het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen niet in het geding komt.

Permanente effecten als gevolg van stikstofdepositie

Voor de beoordeling van mogelijke effecten van stikstofdepositie op habitattypen in de Voordelta zijn de volgende factoren van belang:

- Het kustwater staat in direct contact met de rest van de Noordzee; er is sprake van doorlopende uitwisseling en menging van watermassa's.
- Zeewater in de kustzone is als gevolg van opwoelen van slib en organisch materiaal relatief voedselrijk.
- De kustzone is zeer jong. Alle terrestrische natuur is hier in de afgelopen decennia ontstaan en bestaat daardoor vooral uit kalkrijk en goed gebufferd zand

Alleen het Habitattype H2110 Embryonale duinen binnen de Voordelta is gevoelig voor stikstofdepositie. De effecten zijn hierna beoordeeld.

Tabel 16 Oppervlak Embryonale duinen met projecteffect

Natura 2000 gebied	Habitattype	KDW	Huidige Situatie 2013			Totaal oppervlak habitattype	Oppervlakte overschrijding KDW Huidige situatie in 2013	Planeffect			
			Min	Max	Gem			Oppervlakte			Overschrijding KDW ter plaatse van planeffect
		[mol N/ha/jr]	[mol N/ha/jr]	[mol N/ha/jr]	[mol N/ha/jr]	Ha %	Ha %	0 mol N/ha/jr	0.1-0.2 mol N/ha/jr	>0.2 mol N/ha/jr	
Voordelta	H2110	1429	1025	1673	1162	756.4	80.8	755.4	1.0	0.0	Nee,
						100%	11%	99.9%	0.1%	0.0%	max. 1174 Mol N/ha/jr

Embryonale duinen

De embryonale duinen in de Voordelta zijn ontstaan als gevolg van de grootschalige kustmorfologische veranderingen die zich in het gebied voordoen na de afsluitingen van de grote zeearmen in het Deltagebied tussen 1950 en 1987. De structuur van de vroegere buitendelta's van deze zeearmen is sterk veranderd waarbij een deel van sediment is (en nog steeds wordt) verplaatst naar de (vroegere) kustlijn. Op locaties met de juiste kust morfologische condities zijn als gevolg hiervan jonge, embryonale duintjes ontstaan. Omdat deze processen op dit moment nog steeds plaats vinden is de natuurlijke dynamiek in de kustgedeelten waar deze embryonale duintjes zich bevinden nog groot. De duintjes verplaatsen zich en breiden zich op een aantal plaatsen nog uit. Hierdoor vindt verjonging van de bodem plaats en blijft deze kalkrijk en goed gebufferd. Als gevolg hiervan is het habitattype hier minder gevoelig voor effecten van stikstofdepositie.

Verspreid langs de hele kust van de Voordelta komt dit habitattype voor. De belangrijkste locaties zijn het Brielse Gat, het Verklikkerstrand op Schouwen en het gebied voor de noordoostkust van Walcheren (Breezand) en de Veerse Dam. De kwaliteit is matig tot goed. De meeste aspecten van structuur en functie zijn goed ontwikkeld, maar dit ontbreekt de strandplevier als typische soort. De doelstelling voor dit habitattype is gericht op behoud van het oppervlak en van de kwaliteit.

Dit habitattype is sterk dynamisch en onderhevig aan sterke fluctuaties in oppervlakte. Omdat het habitattype niet gekarteerd is, en niet op een habitattypekaart staat is er geen directe analyse voor habitattype mogelijk. De analyse van de (effecten van) stikstofdepositie op het habitattype embryonale duinen is uitgevoerd door naar de depositie in het gehele Natura 2000-gebied kijken.

De totale depositie in de Voordelta in de huidige situatie varieert van 1.025 tot 1.673 mol/ha/jaar, met een gemiddelde van 1.162 mol/ha/jaar. In een deel van het gebied (11%) is sprake van een overschrijding. De

hogere depositiewaarden worden vooral ter hoogte van de kuststrook waargenomen, waar de embryonale duinen zich zullen bevinden. De bijdrage vanuit het plangebied bedraagt 0,1 tot 0,2 mol/ha/jaar op 1 ha (0,1%) van de totaal 756,4 ha.

Conclusie
Voor embryonale duinen is de totale huidige stikstofdepositie (inclusief duinbijtelling) minder dan de kritische depositiewaarde van 1429 mol/ha/jr. Ook inclusief de zeer beperkte toename als gevolg van het project wordt de kritische depositiewaarde van dit habitattype niet overschreden. Het projecteffect is minimaal, maximaal 0,1-0,2 mol N/ha/jr over een oppervlakte van 1,0 ha. Effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van dit dynamische habitattype kunnen uitgesloten worden.

Permanente effecten als gevolg van toename geluidsbelasting
In Tabel 17 zijn de soorten weergegeven die gevoelig kunnen zijn voor een toename in geluidsbelasting. In bijlage 2 zijn de kaarten met de geluidscontouren te vinden.

Tabel 17. Geluidsgevoelige soorten

	Instandhoudingsdoelstellingen	**SVI Landelijk**	**Doelst. Opp.vl.**	**Doelst. Kwal.**	**Doelst. Pop.**	**Draagkrac**	**Kernopgav**
Habitatsoorten							
H1364	Grijze zeehond	-	=	=	=		1.11
H1365	Gewone zeehond	+	=	>	>		1.11
Niet-broedvogels							
A001	Roodkeelduiker	-	=	=			1.01,W
A005	Fuut	-	=	=		280	
A007	Kuifduiker	+	=	=		6	
A017	Aalscholver	+	=	=		480	
A034	Lepelaar	+	=	=		10	
A043	Grauwe Gans	+	=	=		70	
A048	Bergeend	+	=	=		360	
A050	Smient	+	=	=		380	
A051	Krakeend	+	=	=		90	
A052	Wintertaling	-	=	=		210	
A054	Pijlstaart	-	=	=		250	
A056	Slobeend	+	=	=		90	
A062	Toppereend	--	=	=		80	1.01,W
A063	Eider	--	=	=		2500	1.01,W
A065	Zwarte zee-eend	-	=	=		9700	1.01,W
A067	Brilduiker	+	=	=		330	
A069	Middelste Zaagbek	+	=	=		120	
A130	Scholekster	--	=	=		2500	1.11
A132	Kluut	-	=	=		150	
A137	Bontbekplevier	+	=	=		70	
A141	Zilverplevier	+	=	=		210	
A144	Drieteenstrandloper	-	=	=		350	
A149	Bonte strandloper	+	=	=		620	1.11
A157	Rosse grutto	+	=	=		190	1.11
A160	Wulp	+	=	=		980	
A162	Tureluur	-	=	=		460	
A169	Steenloper	--	=	=		70	1.11
A177	Dwergmeeuw	-	=	=			
A191	Grote stern		=	=			
A193	Visdief		=	=			
W	Kernopgave met wateropgave						
SVI landel	Landelijke Staat van Instandhouding (-- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)						
=	Behoudsdoelstelling						
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling						
=(<)	Ontwerp-aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering						

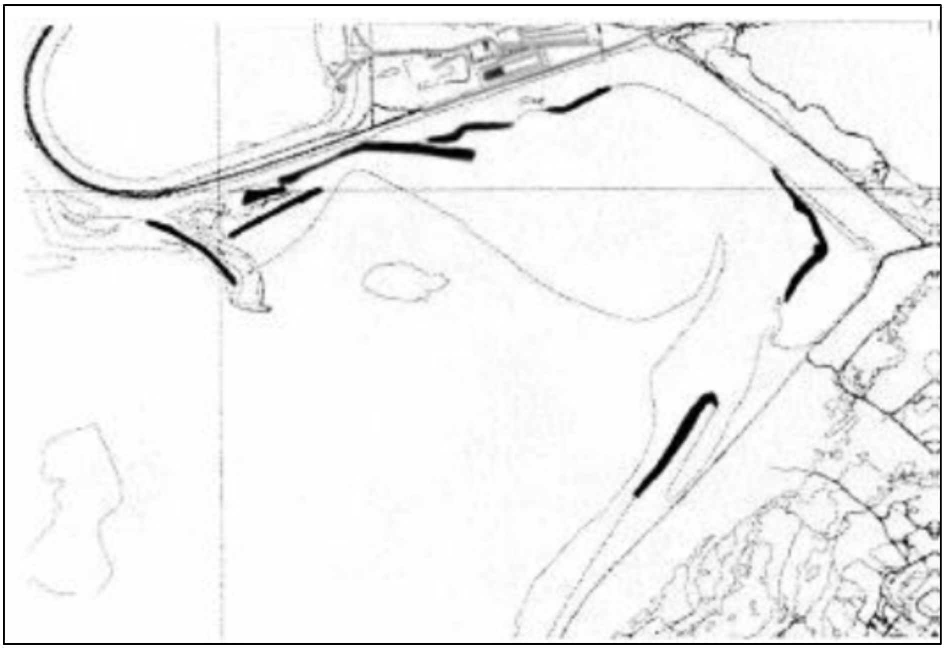
In Tabel 19 is te zien dat er een lichte verschuiving optreedt in de range tussen 42-55 dB. Dit effect treedt op in de omgeving van de Brielse Gatdam ter plaatse van habitattype H110B permanent overstroomde zandbanken (zie Tabel 19). Het habitattype permanent overstroomde zandbanken is relevant voor de voedselvoorziening van zeehonden en kust-en zeevogels. De toename van geluidsbelasting heeft geen effect op deze soorten, omdat ze er komen voor het foerageren en de gebieden waar de geluidsbelasting toeneemt nagenoeg geheel onder de 51 dB blijven (op 0,1 ha na).

Tabel 18. Geluidbelast oppervlak (in hectare) in Natura 2000 gebied "Voordelta" ten gevolge van de spoorweg en omliggende bronnen in L24 op 1.5m hoogte

dB klassen	Spoor Huidig	Spoor Nul Alt	Spoor Worst Case	Cumulatie Nul alt	Cumulatie Worst Case
42 - 45	53,5	164,5	168,8	714,3	715,4
45 - 51	4,0	77,7	85,7	407,5	409,3
51 - 55	0,0	0,2	0,3	30,9	31,0
55 - 60	0,0	0,0	0,0	5,9	5,9
60 - 70	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabel 19. Toename geluidsbelasting in ha op habitattype H110B als leef- en rustgebied voor zeehonden en kust- en zeevogels

habitattype	Opp Cumulatie Nul Alternatief (ha)	Opp Cumulatie WC Alternatief (ha)	toename geluidsbelasting
H1110B	**81397,3**	**81397,3**	0,0
0 - 42	8025,7	8022,8	-2,9
42 - 45	477,2	478,3	1,1
45 - 51	355,5	357,3	1,8
51 - 55	24,5	24,5	0,1
55 - 60	5,9	5,9	0,0



Afbeelding 10. Hoogwatervluchtplaatsen Slikken van Voorne (Lensink *et al.*, 2007)

Afbeelding 10 geeft de locaties van hoogwatervluchtplaatsen weer. De geluidsbelasting in de referentiesituatie valt binnen de 42-51 dB klasse. Ter plaatse van hoogwatervluchtplaatsen is er geen sprake van een toename van geluidsbelasting. Ook na de realisatie van project Calandbrug blijft de geluidsbelasting onder de 51 dB en daarmee is er geen effect op de vogels die gebruik maken van de hoogwatervluchtplaatsen.

Conclusie
Permanent overstroomde zandbanken worden gebruikt als foerageergebied door vissen, zeehonden, roodkeelduikers, zee-eenden, meeuwen en sterns. De kleine toename van geluidsbelasting (zie Tabel 18) heeft geen effect op deze soorten, omdat ze er komen voor het foerageren en de toename in geluidsbelasting de geluidsbelasting toeneemt nagenoeg geheel onder de 51 dB blijven (op 0, 1 ha na). Ter plaatse van hoogwatervluchtplaatsen is er geen sprake van een toename van geluidsbelasting. Hiermee kunnen effecten worden uitgesloten op de instandhoudingsdoelstellingen van de Voordelta als gevolg van een toename van de geluidsbelasting worden uitgesloten.

6.3 Oude Maas

Tijdelijke effecten
Het dichtbijgelegen gebied (Oude Maas) ligt op 5 km afstand. Echter heeft dit gebied geen soorten of habitattypen die gevoelig zijn voor trillingen of (onderwater)geluid. Daarnaast is de afstand van de ingreep groot ten opzichte van de Oude Maas. Er worden daarom geen effecten verwacht op de Oude Maas.

Permanente effecten als gevolg van stikstofdepositie
De oude Maas heeft geen stikstofgevoelige habitattypen of habitatsoorten, waardoor effecten als gevolg van een toename van de stikstofdepositie uitgesloten kunnen worden.

Permanente effecten als gevolg van toename geluidsbelasting
Er worden geen effecten als gevolg van toename van de geluidsbelasting verwacht op de Oude Maas onder andere door de grote afstand maar ook omdat de habitatsoorten niet gevoelig zijn voor een toename in geluidsbelasting. Bever wordt beschouwd als een verstoringsgevoelige soort maar wanneer rust binnen een straal van 30 m rondom de burcht kan worden gegarandeerd, zijn er geen effecten op de bever te verwachten door een ingreep op 5 km afstand (ministerie van Economische Zaken, 2013). Van de noordse woelmuis is niet bekend of de soort gevoelig is voor geluidsverstoring, maar uit zijn habitatkeuze in de vorm van wegbermen en dijktaluds wordt verwacht dat een toename van geluidbelasting op 5 km afstand geen effect heeft (compendium voor de leefomgeving,2014). Daarnaast blijkt uit anekdotische waarnemingen dat er voor de noordse woelmuis vooralsnog geen aanleiding is om negatief effect te ondervinden van een toename van geluidsbelasting. Daarnaast plant de soort zich snel voort en er wordt verondersteld dat de soort zich snel aanpast aan veranderingen (soortenstandaard, 2012). Effecten op de Oude Maas wat betreft geluidsbelasting als gevolg van het project Calandbrug kunnen worden uitgesloten.

6.4 Solleveld en Kapitelduinen

Tijdelijke effecten
Er zijn geen habitattypen of soorten die gevoelig zijn voor trillingen en onderwatergeluid aangewezen in Solleveld en Kapitelduin. Daarnaast is de afstand tussen het plangebied waar het project Calandbrug uitgevoerd gaat worden 8.5 km, waardoor tijdelijk effecten op Solleveld en Kapitelduinen uitgesloten kunnen worden.

Permanente effecten als gevolg van stikstofdepositie

Solleveld en Kapittelduinen heeft stikstofgevoelige habitattypen en een stikstofgevoelige habitatsoort waardoor er berekeningen zijn uitgevoerd om effecten als gevolg van toename van stikstofdepositie te beoordelen. Echter bleek uit de berekeningen dat er geen toename van stikstofdepositie (meer dan 0,051 mol N/ha/jr) is op stikstofgevoelig habitattypen of leefgebieden van soorten, waardoor effecten als gevolg stikstofdepositie door de realisatie van het project Calandbrug uitgesloten kunnen worden zie bijlage 1c.

Permanente effecten als gevolg van toename geluidsbelasting

Er worden geen effecten als gevolg van toename van de geluidsbelasting verwacht op Solleveld en Kapittelduinen onder andere door de grote afstand maar ook omdat de habitatsoort niet gevoelig is voor een toename in geluidsbelasting. Effecten op Solleveld en Kapittelduinen wat betreft geluidsbelasting als gevolg van het project Calandbrug kunnen worden uitgesloten.

7 CONCLUSIE

In deze voortoets is beoordeeld of het project Calandbrug leidt tot een negatief effect op Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen. Hierbij gaat het om tijdelijke effecten als gevolg van trillingen en onderwatergeluid op soorten die daar gevoelig voor zijn (zeehonden en trekvissen) en permanente effecten als gevolg van veranderingen in de geluidbelasting en stikstofdepositie.

Bij de renovatie van de brug zijn tijdelijke effecten mogelijk op soorten die gevoelig zijn voor onderwatergeluid; zeehonden en trekvissen in de Voordelta. Door de grote afstand (12 km) en doordat belastende werkzaamheden boven water worden uitgevoerd, treden er geen effecten op zeehonden en trekvissen op.

In een klein deel van Voornes Duin en in Voordelta neemt de depositie met meer dan 0,051 mol N/ha/jaar toe. Voor meerdere habitattypen en leefgebieden van enkele soorten binnen deze Natura 2000-gebieden geldt dat ze gevoelig zijn voor stikstof. De toename als gevolg van het project leidt echter niet tot negatieve effecten vanwege de zeer beperkte projectbijdrage en voor twee habitattypen wordt de kritische depositiewaarde na het projecteffect niet overschreden. De toename van de stikstofdepositie door realisatie van het project Calandbrug vindt plaats in een klein gebied (1,4 ha in Voornes Duin en 1,0 ha in de Voordelta) en is zeer beperkt (maximaal 0,2 mol N/ha/jaar). Negatieve effecten worden uitgesloten op de instandhoudingsdoelstellingen van Voornes Duin en de Voordelta.

De toename van geluidsbelasting op de Voordelta leidt niet tot een negatief effect omdat de toename van geluidsbelasting binnen foerageergebieden van gevoelige soorten zeer beperkt is en omdat het geen rust- of leefgebieden zijn. Ter plaatse van hoogwatervluchtplaatsen is er geen sprake van een toename van geluidsbelasting. De gecumuleerde geluidsbelasting blijft nagenoeg onder de 51 dB, met uitzondering van 0,1 ha. Deze kleine toename heeft geen effect op de soorten. Effecten op de instandhoudingsdoelstellingen als gevolg van een toename van geluidsbelasting door de realisatie van Calandbrug kunnen uitgesloten worden voor Voornes Duin.

Solleveld en Kapittelduin hebben geen tijdelijke of permanente effecten door de grote afstand ten opzichte van het spoor en plangebied. In het aanwijzingsbesluit van Oude Maas zijn geen habitattypen of soorten aangewezen, die gevoelig zijn voor geluid en/of stikstofdepositie.

Voor het project Calandbrug is het worstcase-effect beschouwd en negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden kunnen voor alle alternatieven worden uitgesloten.

8 LITERATUUR

Rapporten

Bal D., Beije H.M., Fellinger M., Haveman R., van Opstal A.J.F.M., van Zadelhoff F.J., 2001.Handboek Natuurdoeltypen. Tweede, geheel herziende editie. Rapport Expertisecentrum LNV nr. 2001/020, Wageningen.

Directie Regionale Zaken, 2008, Aanwijzingsbesluit Voornes Duin. DRZO 2008-100

Directie Regionale Zaken, 2008. Aanwijzingsbesluit Voordelta. DRZO/2008-113

H.F. van Dobben, R. Bobbink, D. Bal en A. van Hinsberg, 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2397 2397.

Heinis,F. 2009, HWE, Windenergie op zee: (effecten op populaties van) zeezoogdieren en vissen?

Kleijn, D. 2008, Effecten van geluid op wilde soorten- implicaties voor soorten betrokken bij de aanwijzing van Natura 2000-gebieden, Wageningen, Alterra rapport 1705

Ministerie van verkeer en waterstaat, 2008. Beheerplan Voordelta, spelregels voor natuurbescherming, Provincie Zuid-Holland en Zeeland, juli 2008

Ministerie van Economische Zaken, Bijlagen Deel II herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats, versie november 2012-1190

Profielen Habitatsoorten, Nauwe korfslak H1014, versie 1 september 2008

Programma Directie Natura 2000, 2011, Aanwijzingsbesluit Solleveld & Kapittelduin, PDN/ 2011-099

Programma Directie Natura 2000,2010. Aanwijzingsbesluit Oude Maas, PDN/2010-108

RIVM, 2012, Notitie Duinenbijtelling in Natura 2000-gebieden in GDN

RIVM,2010Grootschalige concentratie- en depositiekaarten

Royal HaskoningDHV,2013a. Passende beoordeling spooremplacement Maasvlakte West effecten stikstofdepositie, Prorail, 27 juni 2013, definitief eindrapport.

Royal HaskoningDHV,2013b, PlanMer Calandbrug, concept versie 1.0, 19 december 2013

Royal HaskoningDHV, 2013c, Evaluatie Natura 2000 beheerplan Voordelta (2008-2014) Concept, juli 2013

Royal HaskoningDHV, 2013d, Beheerplan Bijzondere natuurwaarden Voornes Duin, ontwerpbeheerplan 2014-2019, definitief eindrapport, 1 november 2013

Sierdsema H. 1995. Broedvogels en beheer. Het gebruik van broedvogelgegevens in het beheer van bos- en natuurterreinen. SBB-rapport 1995-1, SOVON-onderzoeksrapport 1995/04.SBB/SOVON, Driebergen/Beek-Ubbergen.

Soortenstandaard Noordse Woelmuis, 2012, Dienst Regelingen.

Websites

www.maps.google.nl/

http://pas.natura2000.nl/pages/herstelstrategieen-deel_ii

http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k

http://www.nwea.nl/sites/default/files/3%20-%20Effecten%20onderwatergeluid%20op%20zeezoogdieren%20en%20vissen%20-%20Floor%20Heinis%20(HWE)%20(23-06-2009).pdf

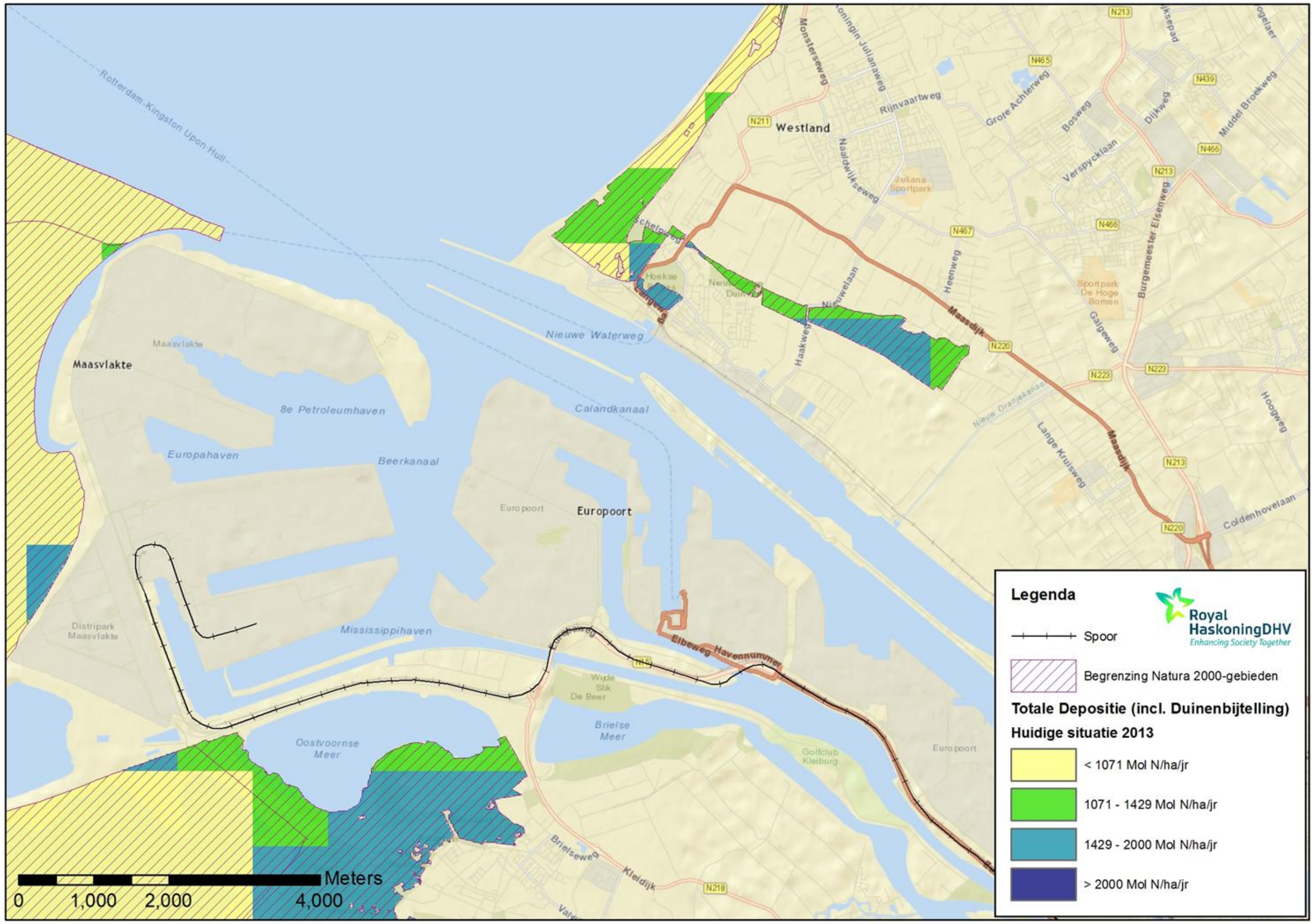
http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1399-Noordse-woelmuis.html?i=19-135

www.rijksoverheid.nl

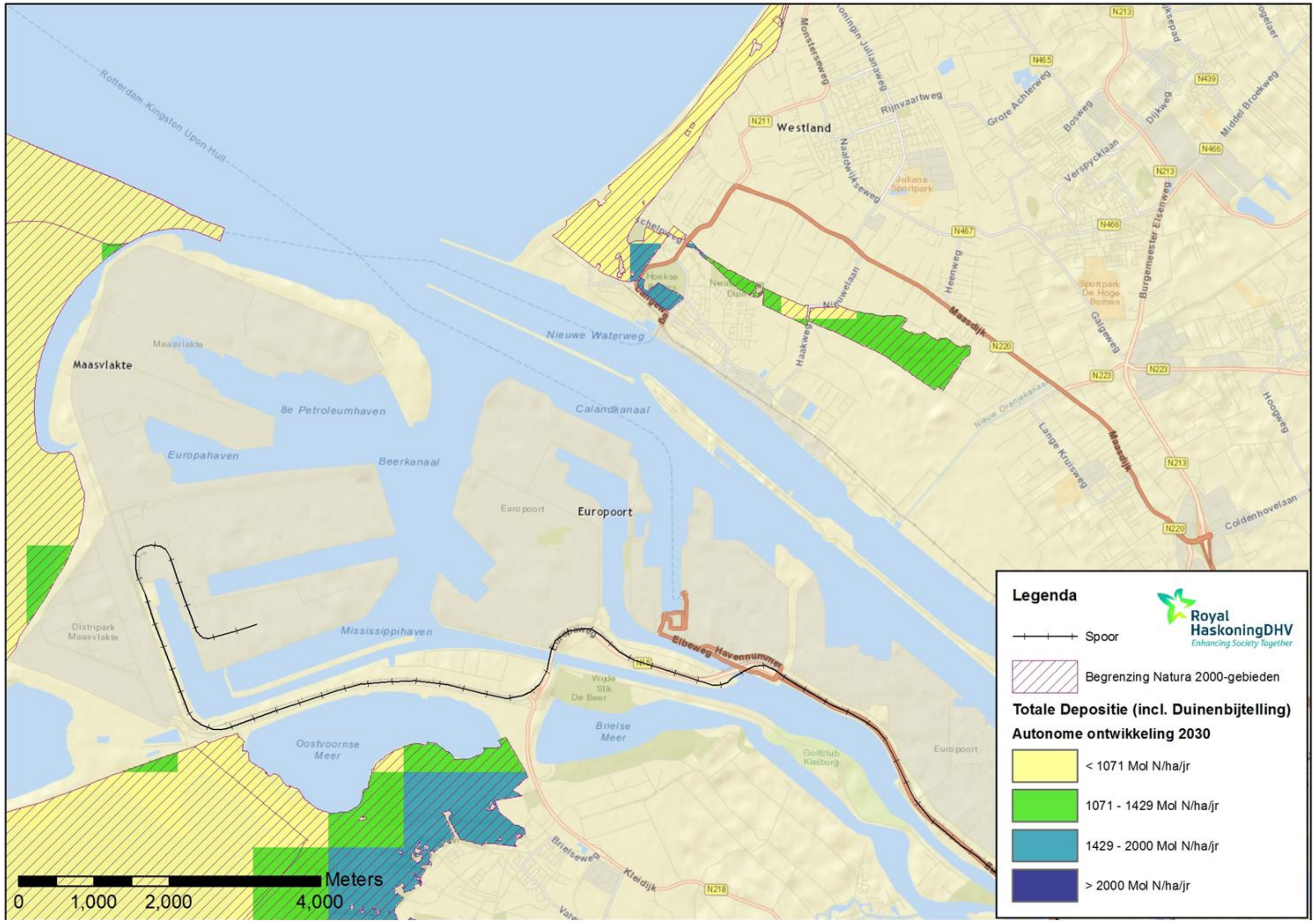
Opdrachtgever	:	Havenbedrijf Rotterdam, Prorail
Project	:	Voortoets Calandbrug
Dossier	:	BC6441-101-105
Omvang rapport	:	45 pagina's
Auteur	:	Celine Roodhart
Bijdrage	:	
Interne controle	:	Edith Dorsman, Janet Olthof
Projectleider	:	Janet Olthof
Projectmanager	:	Jos de Lange
Datum	:	28 maart 2014
Naam/Paraaf	:	

HaskoningDHV Nederland B.V.
Rivers, Deltas & Coasts
Laan 1914 nr. 35
3818 EX Amersfoort
Postbus 1132
3800 BC Amersfoort
T (088) 348 20 00
F (088) 348 28 01
E info@rhdhv.com
W www.royalhaskoningdhv.com

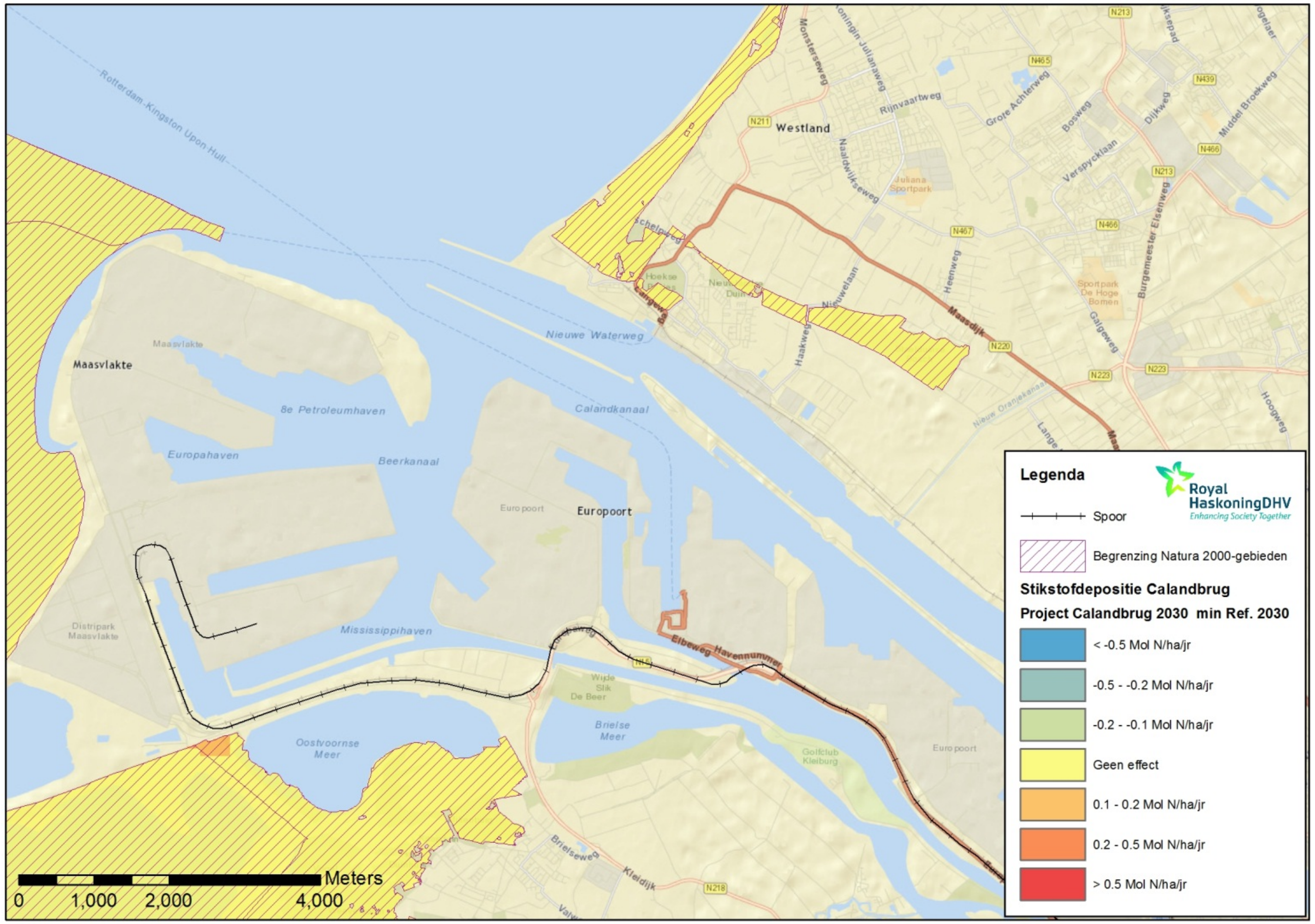
BIJLAGE 1a. Totale stikstofdepositie huidige situatie 2013



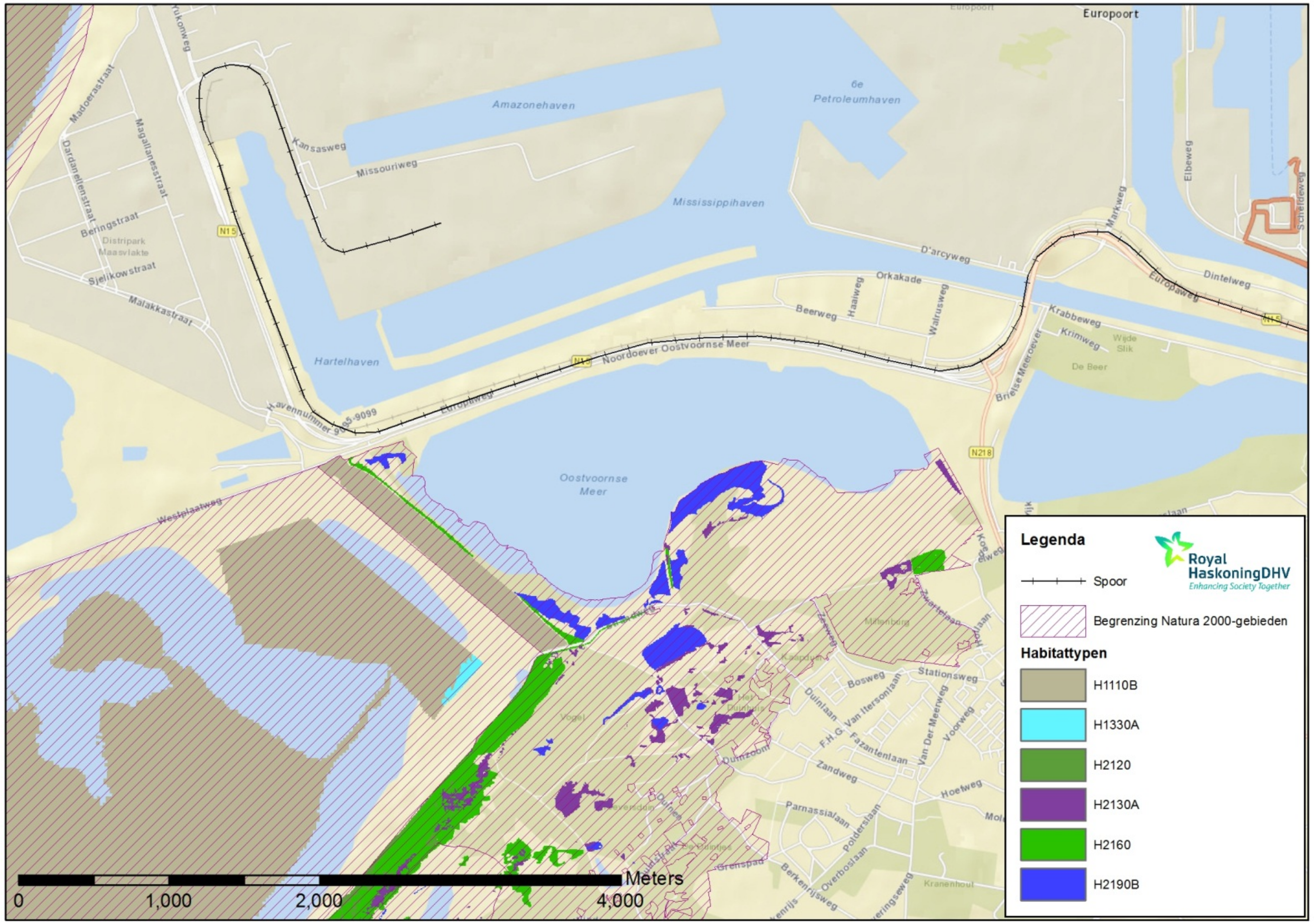
Bijlage 1b. Totale stikstofdepositie 2030



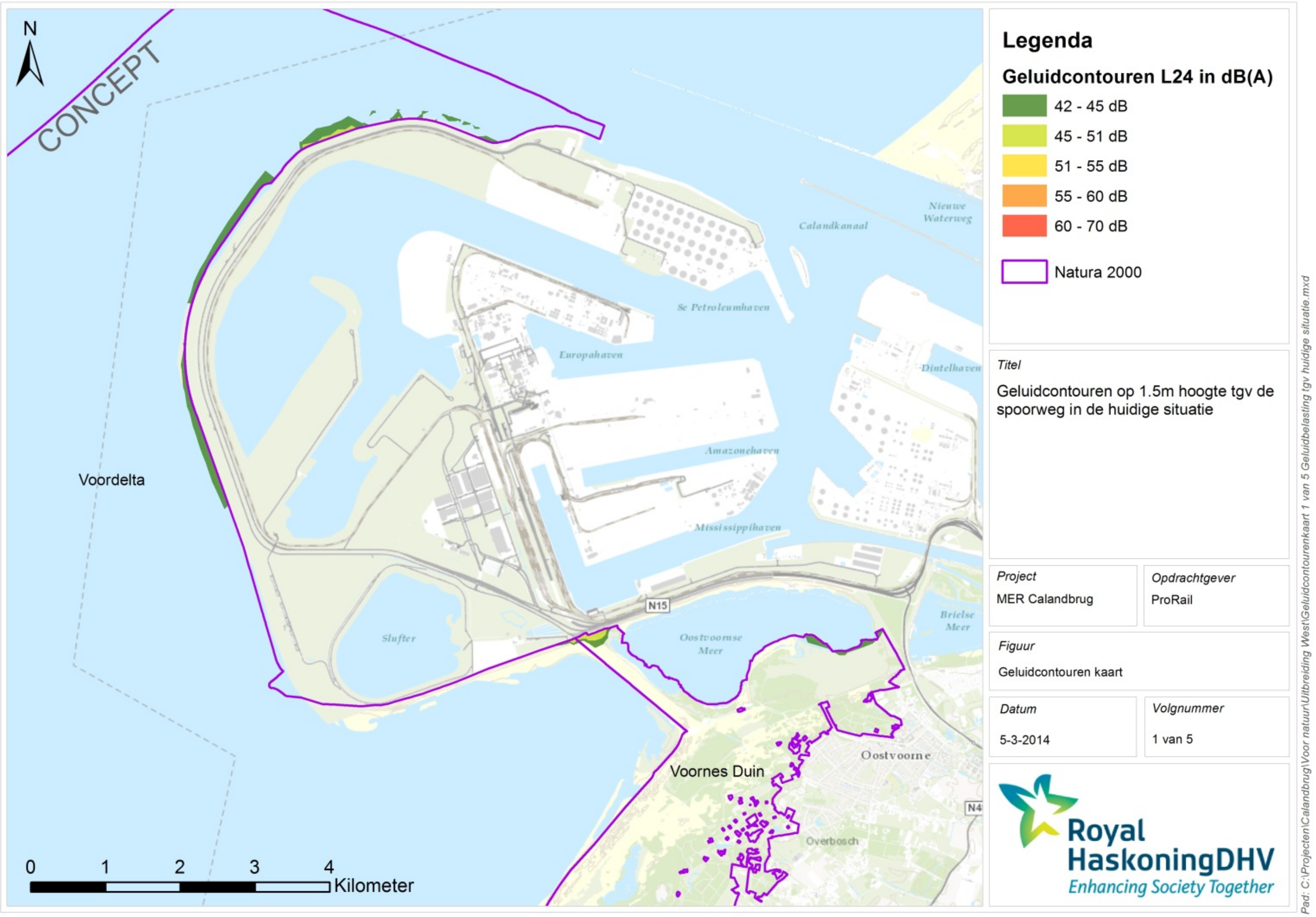
Bijlage 1c. Stikstof projecteffect Project Calandbrug 2030 min Referentiesituatie 2030



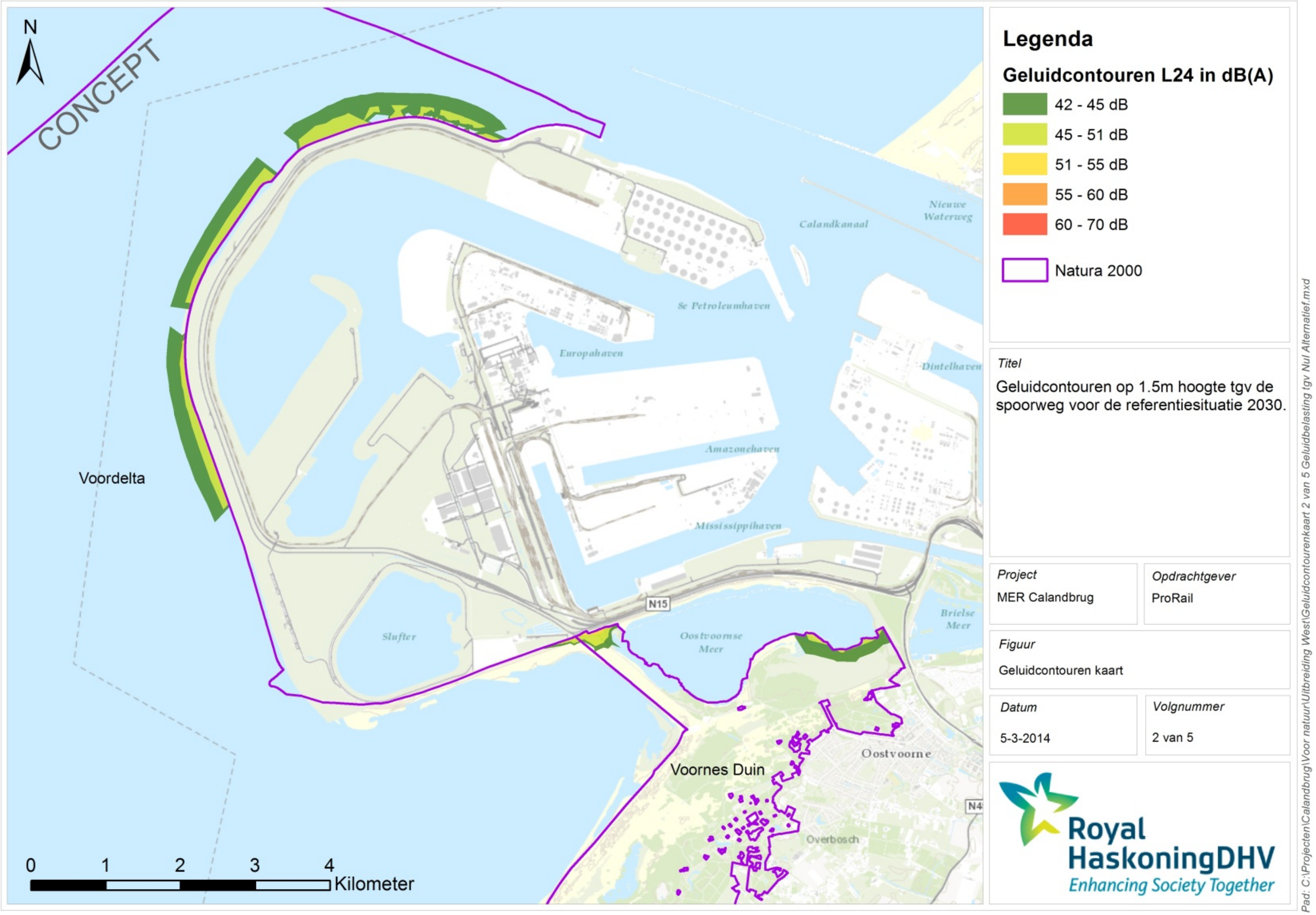
Bijlage 1d. Voor stikstof gevoelige Habitattypen



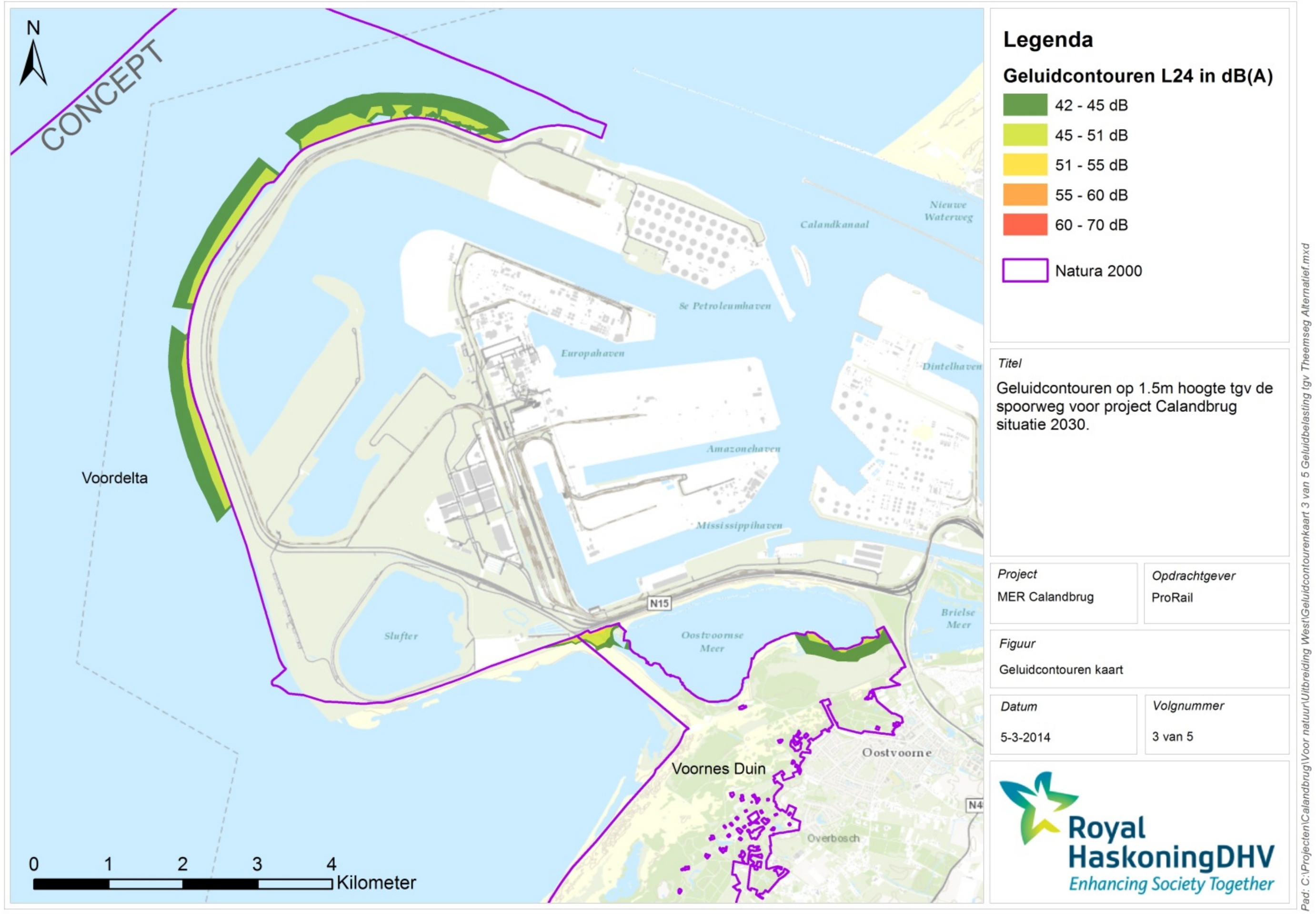
Bijlage 2a. Geluidscontour huidige situatie spoor



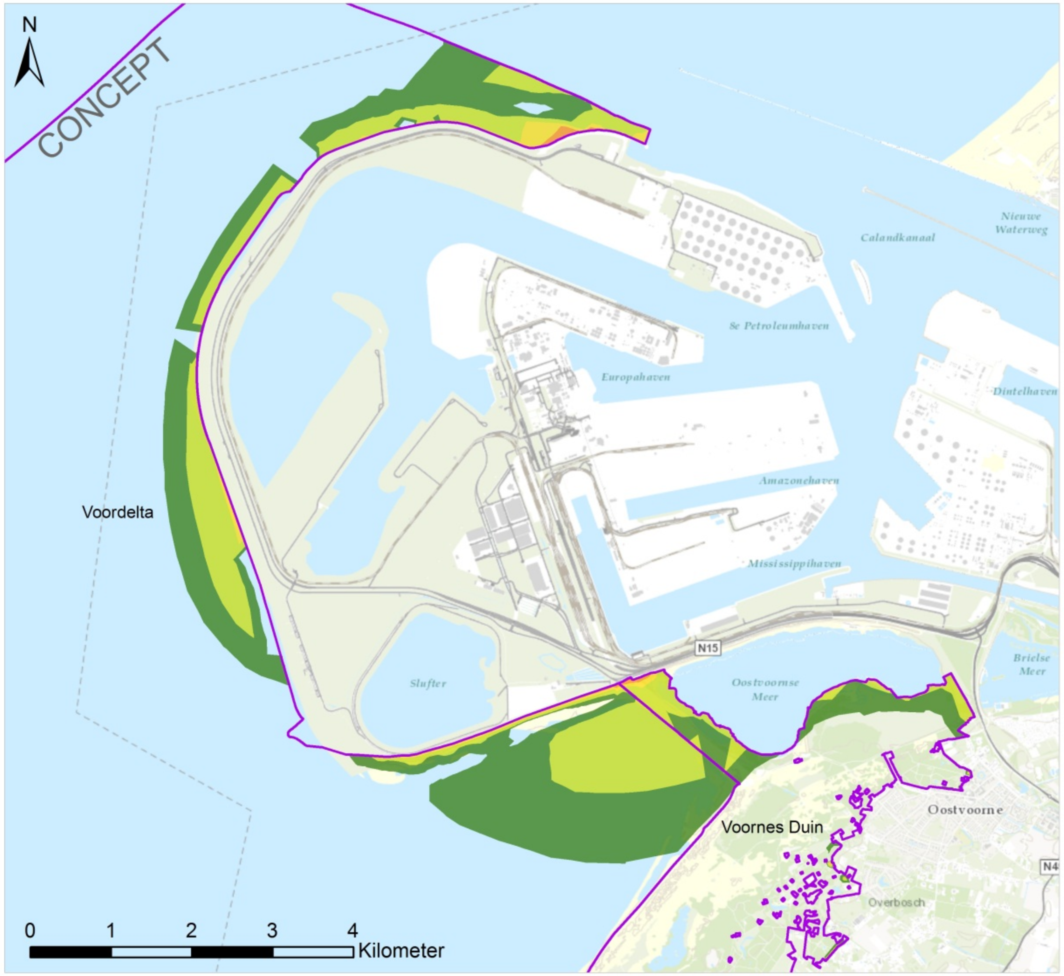
Bijlage 2b. Geluidscontour spoorweg referentiesituatie



Bijlage 2c. Geluidscontour spoor project Calandbrug



Bijlage 2d. Geluidscontour cumulatie referentiesituatie



Legenda

Geluidcontouren L24 in dB(A)

- 42 - 45 dB
- 45 - 51 dB
- 51 - 55 dB
- 55 - 60 dB
- 60 - 70 dB
- Natura 2000

Titel

Geluidcontouren op 1.5m hoogte tgv de gecumuleerde geluidbelastingen referentiesituatie 2030.

Inclusief de volgende bronnen:

- Spoorweg (referentie)
- Wegen
- Industrie (incl windmolens)
- Scheepvaart

Project	*Opdrachtgever*
MER Calandbrug	ProRail

Figuur

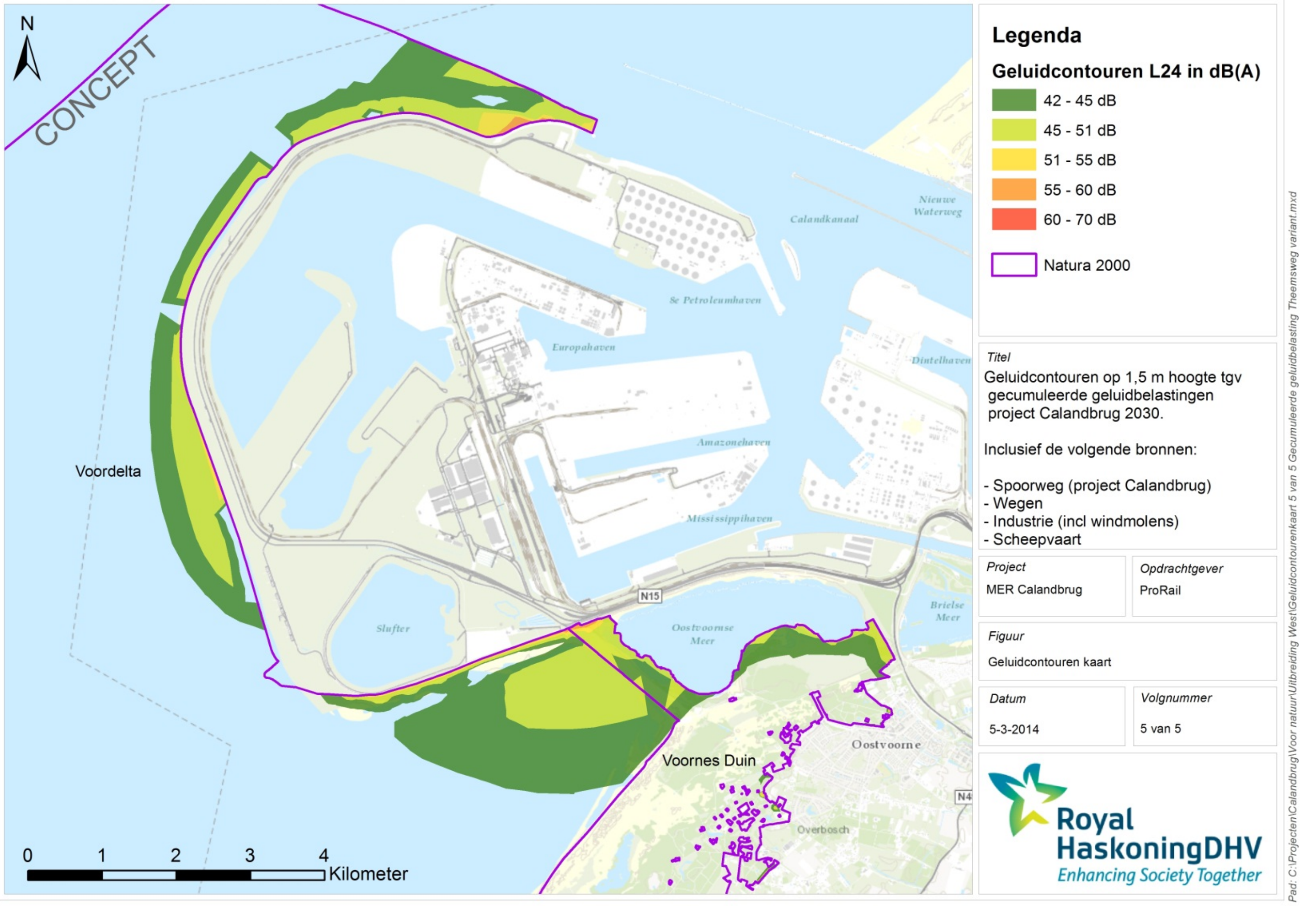
Geluidcontouren kaart

Datum	*Volgnummer*
5-3-2014	4 van 5

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Pad: C:\Projecten\Calandbrug\Voor natuur\Uitbreiding West\Geluidcontouren\Geluidcontourenkaart 4 van 5 Gecumuleerde geluidbelasting Nul Alternatief.mxd

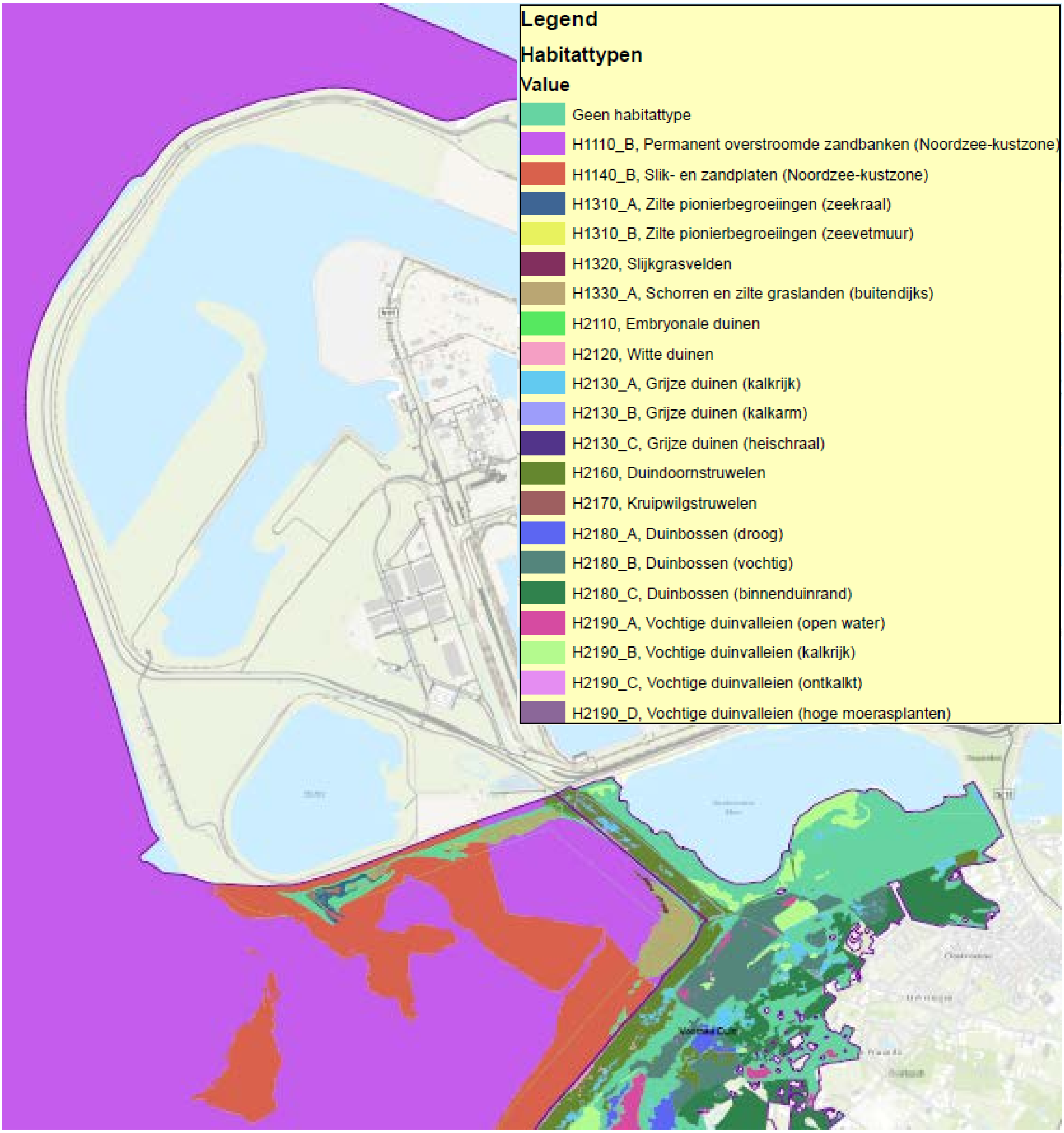
Bijlage 2e. Geluidscontour cumulatie Project Calandbrug



Bijlage 3. Resultaten berekeningen stikstofdepositie

		KDW	Huidige Situatie 2013			Autonome Situatie 2030							Oppervlakte		
			Min	Max	Gem	Min	Max	Gem		Totaal oppervlak habitattype	Oppervlak overschrijding KDW HS in 2013	Oppervlak overschrijding KDW AO in 2030		Planeffect	
N2000-gebied		[mol N/ha/ jr]	[mol N/ha/ jr]	[mol N/ha/ jr]	[mol N/ha/ jr]	[mol N/ha/ jr]	[mol N/ha/ jr]	[mol N/ha/ jr]					0	0.1-0.2	>0.2
Voornes Duin (100)	H2130A	1071	1067	2107	1539	962	1940	1395	Ha	75.1	74.2	62.0	74.6	0.5	0.0
									%	100%	99%	83%	99.3%	0.7%	0.0%
	H2110	*1429*	*1048*	*1673*	*1285*	*952*	*1520*	*1154*	Ha	*2.0*	*0.7*	*0.3*	*2.0*	*0.1*	*0.0*
									%	100%	33%	17%	97.4%	2.6%	0.0%
	H2190B	1429	1099	2107	1402	979	1940	1269	Ha	57.0	31.6	18.3	56.2	0.9	0.0
									%	100%	55%	32%	98.4%	1.6%	0.0%
	H2160	2000	1055	1970	1393	957	1820	1256	Ha	163.1	0.0	0.0	159.1	4.0	0.0
									%	100%	0%	0%	97.5%	2.5%	0.0%
	H1110B	*2400*	*1067*	*1534*	*1120*	*962*	*1386*	*981*	Ha	*7.9*	*0.0*	*0.0*	*6.6*	*1.4*	*0.0*
									%	100%	0%	0%	82.9%	17.1%	0.0%
	Volledig gebied		1055	2107	1564	957	1940	1419		1432.4			1425,5	6,9	0
Voordelta (113)	H2130A	1071	1132	1534	1283	1017	1386	1156	Ha	0.3	0.3	0.1	0.3	0.0	0.0
									%	100%	100%	38%	100.0%	0.0%	0.0%
	H2110	1429	1025	1673	1162	932	1520	1046	Ha	756.4	80.8	23.3	755.4	1.0	0.0
									%	100%	11%	3%	99.9%	0.1%	0.0%
	Volledig gebied		971	1673	1024	872	1520	934		28674.1			755,7	1	0
	H2..	Habitattype is niet aangewezen in het aanwijzingsbesluit													

Bijlage 4. Habitattypenkaart



9 Overzicht Rode Lijstsoorten

BIJLAGE 9 Overzicht Rode Lijstsoorten

Flora

Rode lijst soorten die worden verwacht volgens de NDFF gegeven; wintermos, veldgerst, kamgras, sierlijke vetmuur, boomsterretje. Grutters en van de Broek et al (2013) hebben het voorkomen van de volgende soorten aangetoond: zomerklokje, stijf hardgras, spindotterbloem, sierlijke vetmuur, tripmadam, kattendoorn, echt lepelblad, zinkboerenkers, blauw walstro en stijve en rode ogentroost. Op basis van het veldbezoek wordt verwacht dat de schrale graslandjes (bermen) langs de Mannheimweg rode lijst soorten herbergen. Tijdens het veldbezoek is alleen stijve ogentroost aangetroffen

Broedvogels

Rode lijst soorten die kunnen voorkomen zijn draaihals, nachtegaal, middelste zaagbek, visdief, zilverreiger, blauwe kiekendief, huiszwaluw, huismus, spotvogel, slechtvalk, roerdomp, zwarte stern, oeverloper, tureluur en de grote mantelmeeuw (NDFF, 2013) Uit gegevens van Grutter et al en van de Broek et al (2013) blijkt dat de groene specht, slechtvalk, huismus, graspieper en kneu zijn aangetoond in het plangebied.

Zoogdieren

Volgens de NDFF gegevens worden de volgende rode lijst soorten verwacht: noordse woelmuis en bruinvis en hermelijn Op waarneming.nl worden enkele meldingen gedaan van dood gevonden bunzings. Tijdens het veldbezoek zijn er konijnen gezien en holen van veld- en bosmuizen. Het rietveld langs de Mannheimweg op terrein van Huntsman is geschikt als habitat voor de hermelijn.

Vleermuizen

Uit de NDFF gegevens blijkt dat rode lijst soorten zoals de rosse vleermuis, de ruige en gewone dwergvleermuis voorkomen in het gebied. Volgens de gegevens van Grutter et al. (2013) Komt de Laatvlieger voor bij het gebied rondom de Rozenburgse sluis. Daarnaast komen er ook gewone dwergvleermuizen voor (van de Broek et al, 2013). Uit het veldbezoek is gebleken dat deze soorten gebruik kunnen maken van de groenstructuren langs de Theemsweg als verbinding tussen jachtgebieden en de bosjes bij de Rozenburgsluis als foerageergebied.

Amfibieën

De rugstreeppad (rode lijst) wordt verwacht in het plangebied volgens de NDFF gegevens. Ook Grutter et al. (2013) toont aan dat de rugstreeppad in de Europoort (nabijheid van het plangebied) voorkomt. De aanwezigheid van deze soort in de omgeving vormt een aandachtspunt tijdens de realisatie. Tijdens het veldbezoek zijn geen amfibieën aangetroffen. Oktober is echter niet de juiste tijd om amfibieën te inventariseren omdat veel dieren dan al in winterrust zijn.

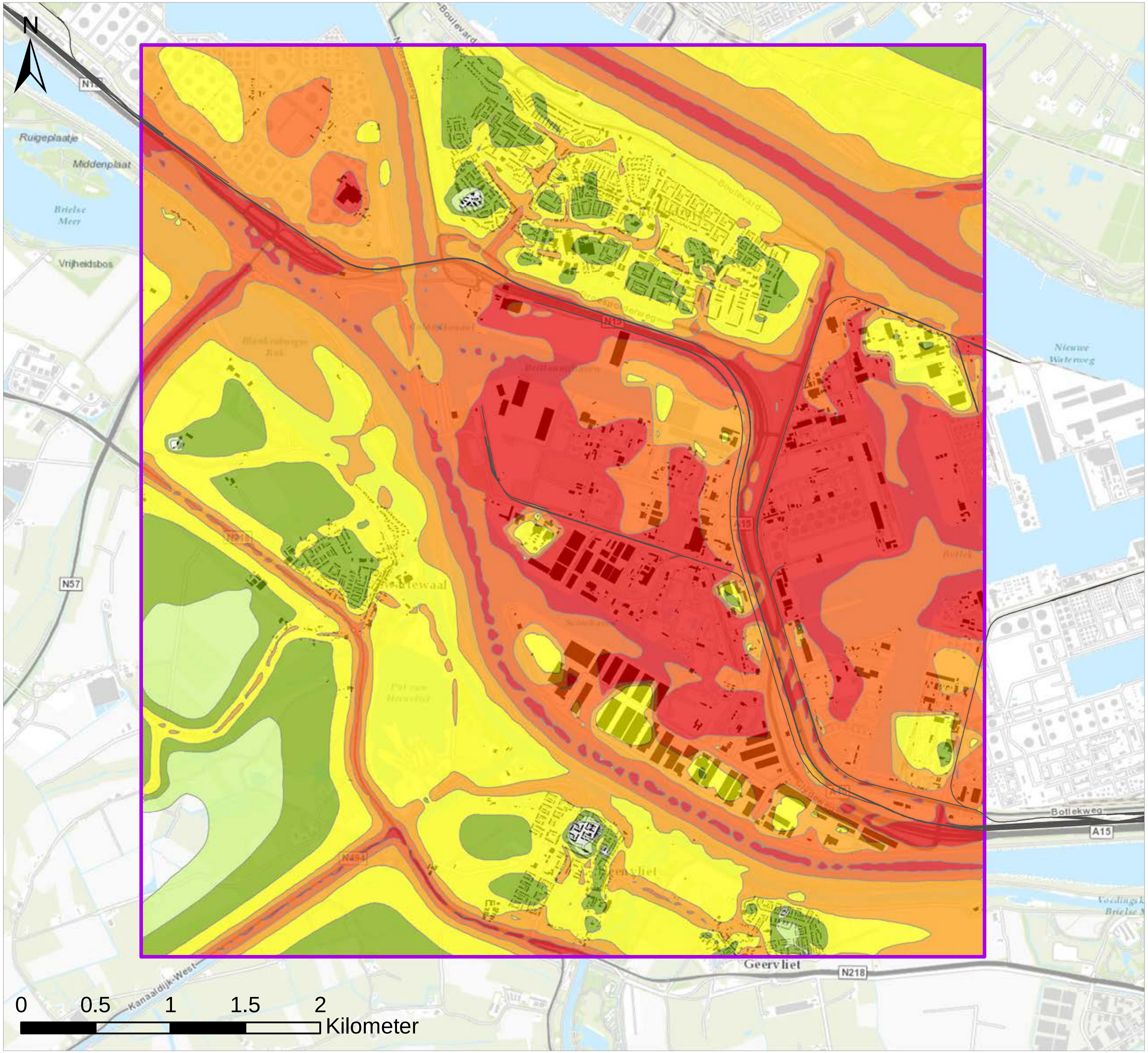
Reptielen

Tijdens het veldbezoek, dat niet op het geschikte tijdstip viel om onderzoek te doen naar het voorkomen van reptielen, zijn er geen reptielen aangetroffen. Deze worden ook niet verwacht, door het ontbreken van geschikt habitat in het plangebied.

Insecten en ongewervelde

Volgens de NDFF gegevens komen Bruin blauwtje, groot dikkopje en sikkelsprinkhaan (alle rode lijst) komen voor in het plangebied (van de Broek et al, 2013). Daarnaast komen ook de fijngeribde grasslak en de kleine korthuizerslak voor (Grutters et al, 2013).
Tijdens het veldbezoek is het icarusblauwtje waargenomen langs het begin van de Theemsweg, hier is ook de sikkelsprinkhaan gehoord (rode lijst). Daarnaast is de oranje luzernevlinder aangetroffen langs de Mannheimweg, bij een schraal stukje berm dat gemaaid was, hier worden meerdere rode lijst soorten verwacht, zowel vlinders (bruin blauwtje) als planten. Er zijn verder geen rode lijst soorten aangetroffen tijdens het veldbezoek.

10 Gecumuleerde geluidcontouren voor de alternatieven



Legenda

Geluidcontouren Lden in dB

- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- > 75
- Spoor
- Studiegebied

Titel

Gecumuleerde geluidcontouren ($L_{RL,cum}$*) t.g.v. industrie, wegverkeer, scheepvaart en windturbines (zonder spoor)

Project

MER Calandbrug

Opdrachtgever

ProRail

*Alle geluidbelastingen zijn vertaald naar railverkeer ($L_{RL,cum}$). Deze geluidcontouren zijn daardoor niet direct vergelijkbaar met Industrielawaaicontouren ($L_{IL,cum}$)

Datum	*Schaal*
22-4-2014	1:35000

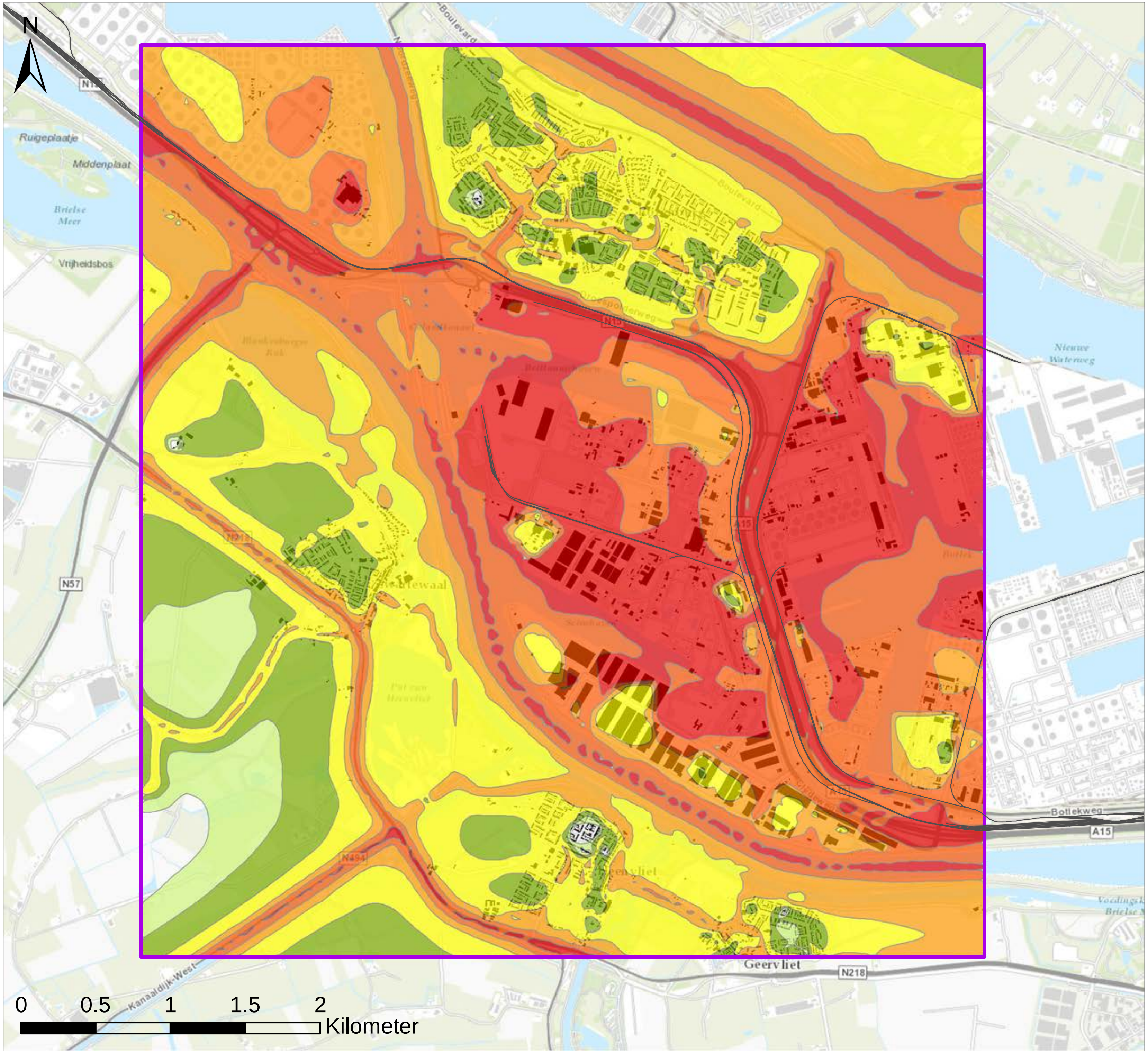
Figuur

Bijlage X - Kaart 1

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Paul v/d Stap	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Pad: P:\BC6441-101-101\Technical_Data\3.GIS\Contour cumulatie zonder spoor.mxd



Legenda

Geluidcontouren Lden in dB

- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- > 75
- Spoor
- Studiegebied

Titel
Gecumuleerde geluidcontouren ($L_{RL,cum}$*) met Nul Alternatief spoor

Project
MER Calandbrug

Opdrachtgever
ProRail

*Alle geluidbelastingen zijn vertaald naar railverkeer ($L_{RL,cum}$). Deze geluidcontouren zijn daardoor niet direct vergelijkbaar met Industrielawaaicontouren ($L_{IL,cum}$)

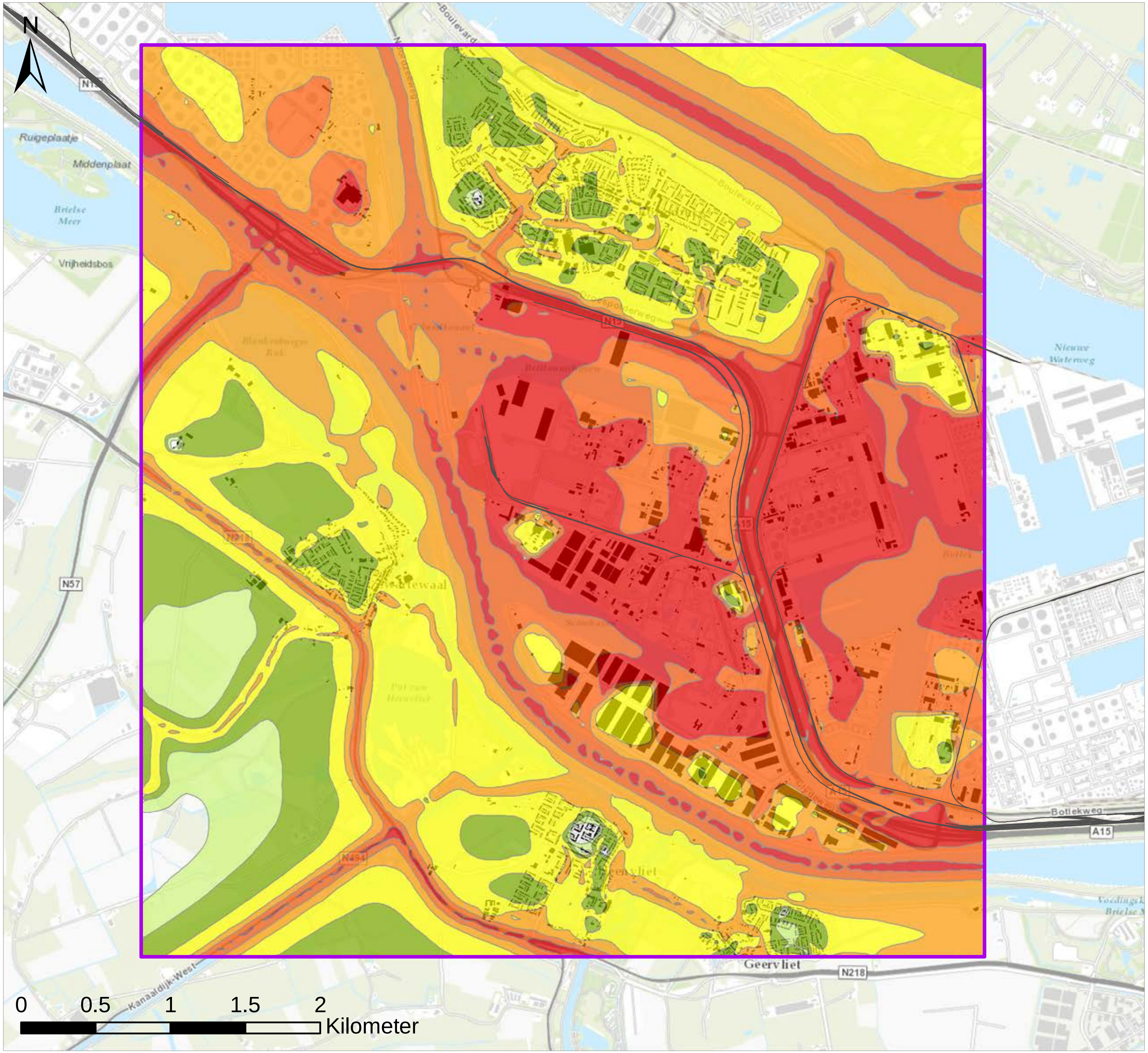
Datum	*Schaal*
22-4-2014	1:35000

Figuur
Bijlage X - Kaart 2

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Paul v/d Stap	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Pad: P:\BC6441-101-101\Technical_Data\3.GIS\Contour kaart Nul Alternatief cumulatie.mxd



Legenda

Geluidcontouren Lden in dB

- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- > 75
- Spoor
- Studiegebied

Titel
Gecumuleerde geluidcontouren ($L_{RL,cum}$*) met Nul Plus Alternatief spoor

Project
MER Calandbrug

Opdrachtgever
ProRail

*Alle geluidbelastingen zijn vertaald naar railverkeer ($L_{RL,cum}$). Deze geluidcontouren zijn daardoor niet direct vergelijkbaar met Industrielawaaicontouren ($L_{IL,cum}$)

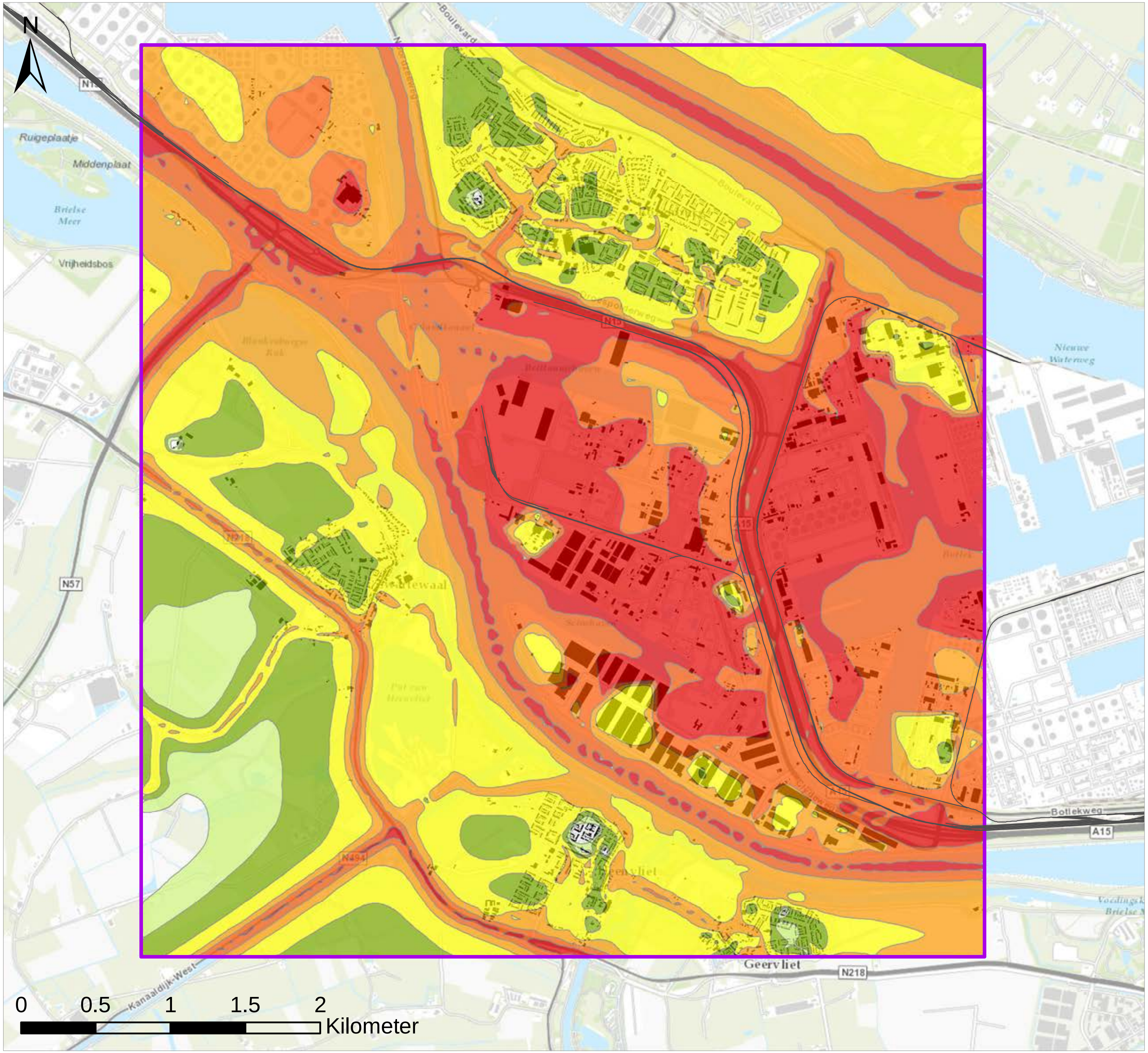
Datum	*Schaal*
22-4-2014	1:35000

Figuur
Bijlage X - Kaart 3

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Paul v/d Stap	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Pad: P:\BC6441-101-101\Technical_Data\3.GIS\Contour kaart Nul Plus Alternatief cumulatie.mxd



Legenda

Geluidcontouren Lden in dB

- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- > 75
- Spoor
- Studiegebied

Titel
Gecumuleerde geluidcontouren ($L_{RL,cum}$*)
met Vaste brug Alternatief spoor

Project
MER Calandbrug

Opdrachtgever
ProRail

*Alle geluidbelastingen zijn vertaald naar railverkeer ($L_{RL,cum}$). Deze geluidcontouren zijn daardoor niet direct vergelijkbaar met Industrielawaaicontouren ($L_{IL,cum}$)

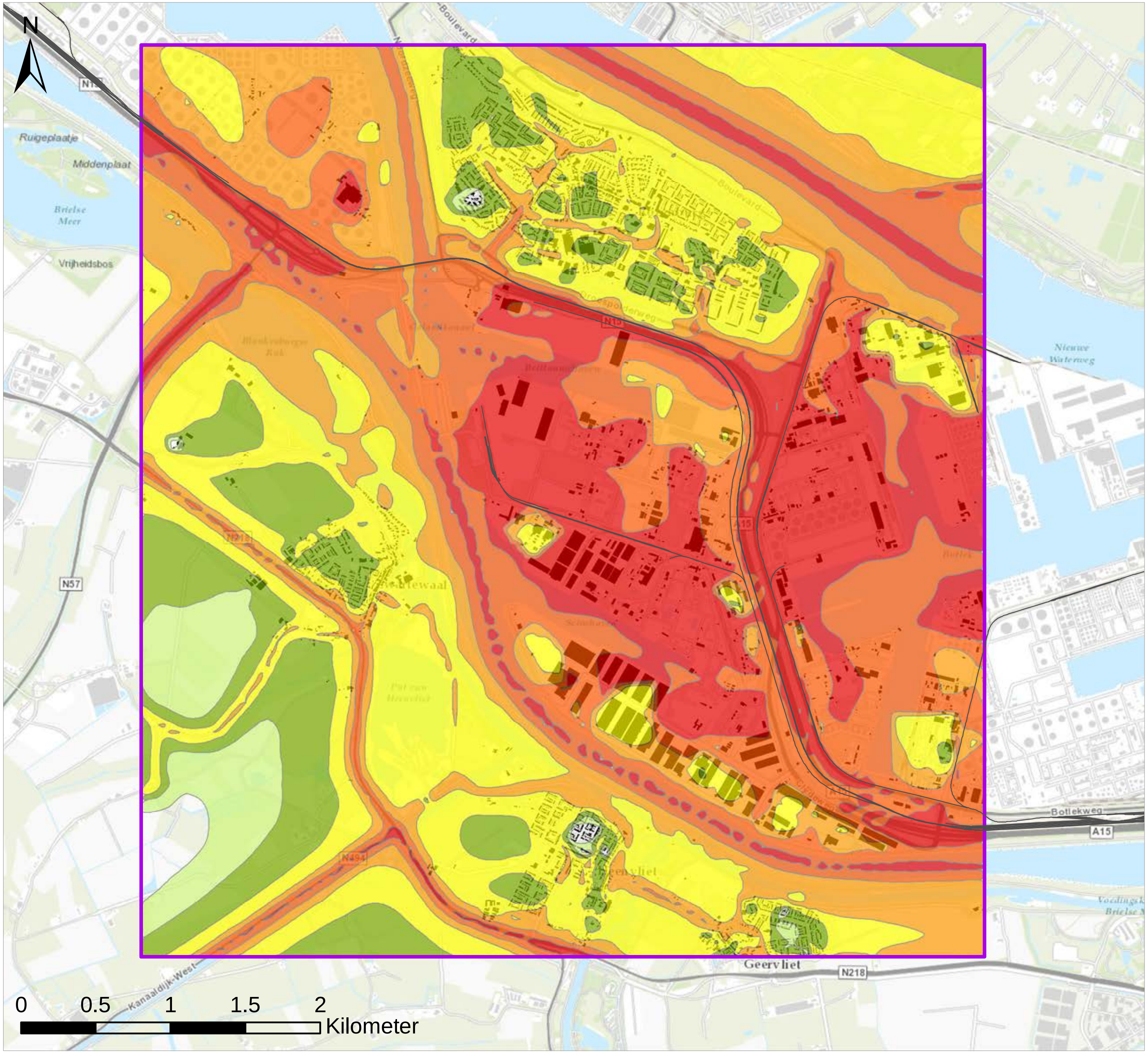
Datum	*Schaal*
22-4-2014	1:35000

Figuur
Bijlage X - Kaart 4

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Paul v/d Stap	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Pad: P:\BC6441-101-101\Technical_Data\3.GIS\Contour kaart Vaste brug Alternatief spoor cumulatie.mxd



Legenda

Geluidcontouren Lden in dB

- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- > 75
- Spoor
- Studiegebied

Titel
Gecumuleerde geluidcontouren ($L_{RL,cum}$*)
met Theemsweg Tracé Alternatief spoor

Project
MER Calandbrug

Opdrachtgever
ProRail

*Alle geluidbelastingen zijn vertaald naar railverkeer ($L_{RL,cum}$). Deze geluidcontouren zijn daardoor niet direct vergelijkbaar met Industrielawaaicontouren ($L_{IL,cum}$)

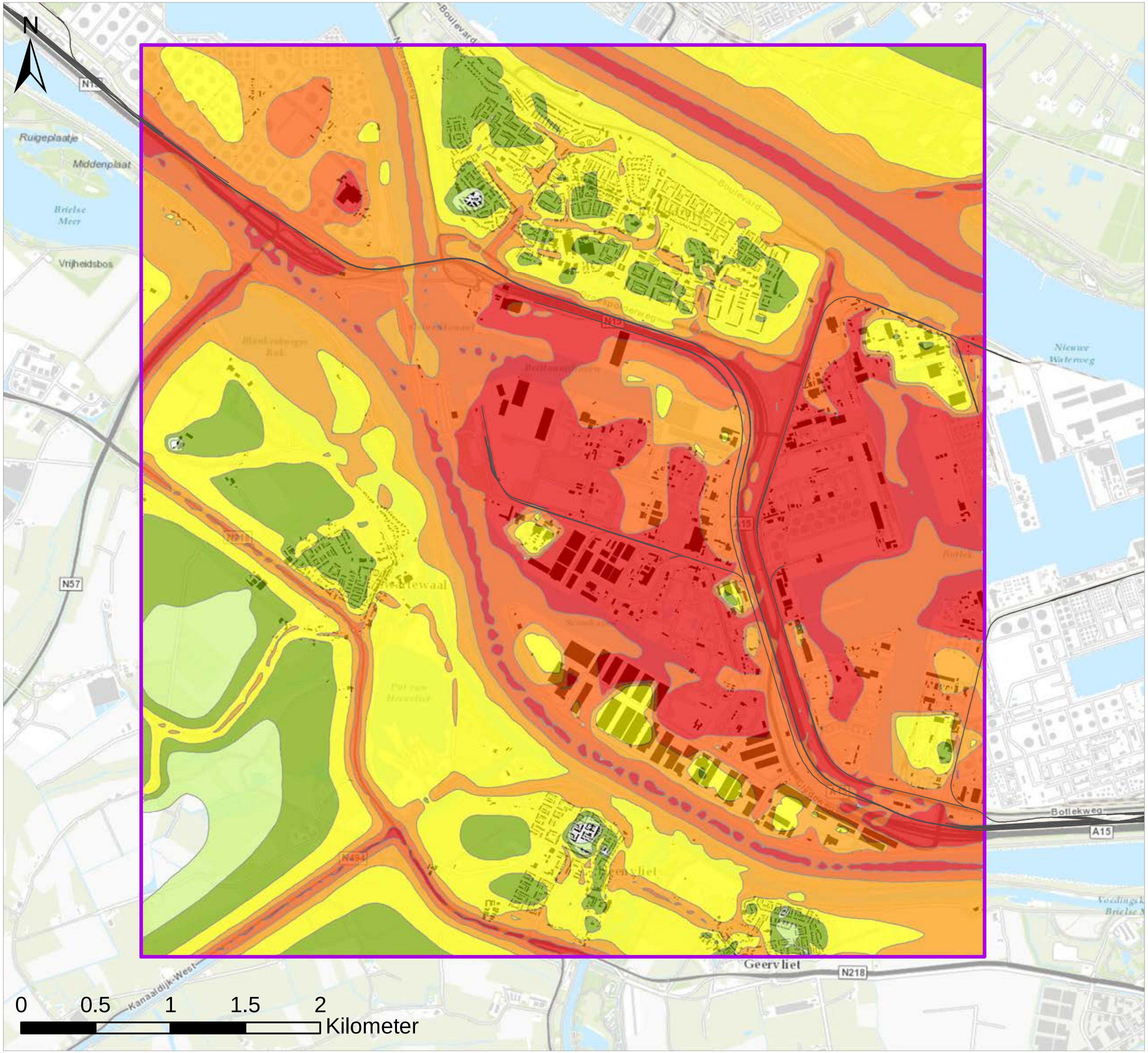
Datum	*Schaal*
22-4-2014	1:35000

Figuur
Bijlage X - Kaart 5

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Paul v/d Stap	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Pad: P:\BC6441-101-101\Technical_Data\3.GIS\Contour kaart Theemsweg trace trogligger cumulatie.mxd



Legenda

Geluidcontouren Lden in dB

- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- > 75
- Spoor
- Studiegebied

Titel
Gecumuleerde geluidcontouren ($L_{RL,cum}$*)
met Huntsman Tracé Alternatief spoor

Project
MER Calandbrug

Opdrachtgever
ProRail

*Alle geluidbelastingen zijn vertaald naar railverkeer ($L_{RL,cum}$). Deze geluidcontouren zijn daardoor niet direct vergelijkbaar met Industrielawaaicontouren ($L_{IL,cum}$)

Datum	*Schaal*
22-4-2014	1:35000

Figuur
Bijlage X - Kaart 6

Gecontroleerd door	*Volgnummer*
Paul v/d Stap	1

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Pad: P:\BC6441-101-101\Technical_Data\3.GIS\Contour kaart Huntsman trace troglligger cumulatie.mxd

11 Vraagstelling berekening Calandbrug, Optredende krachten bij verschillende ontsporingscenario's

Lloyd's Register Rail

Working together
for a safer world

Vraagstelling berekening Calandbrug

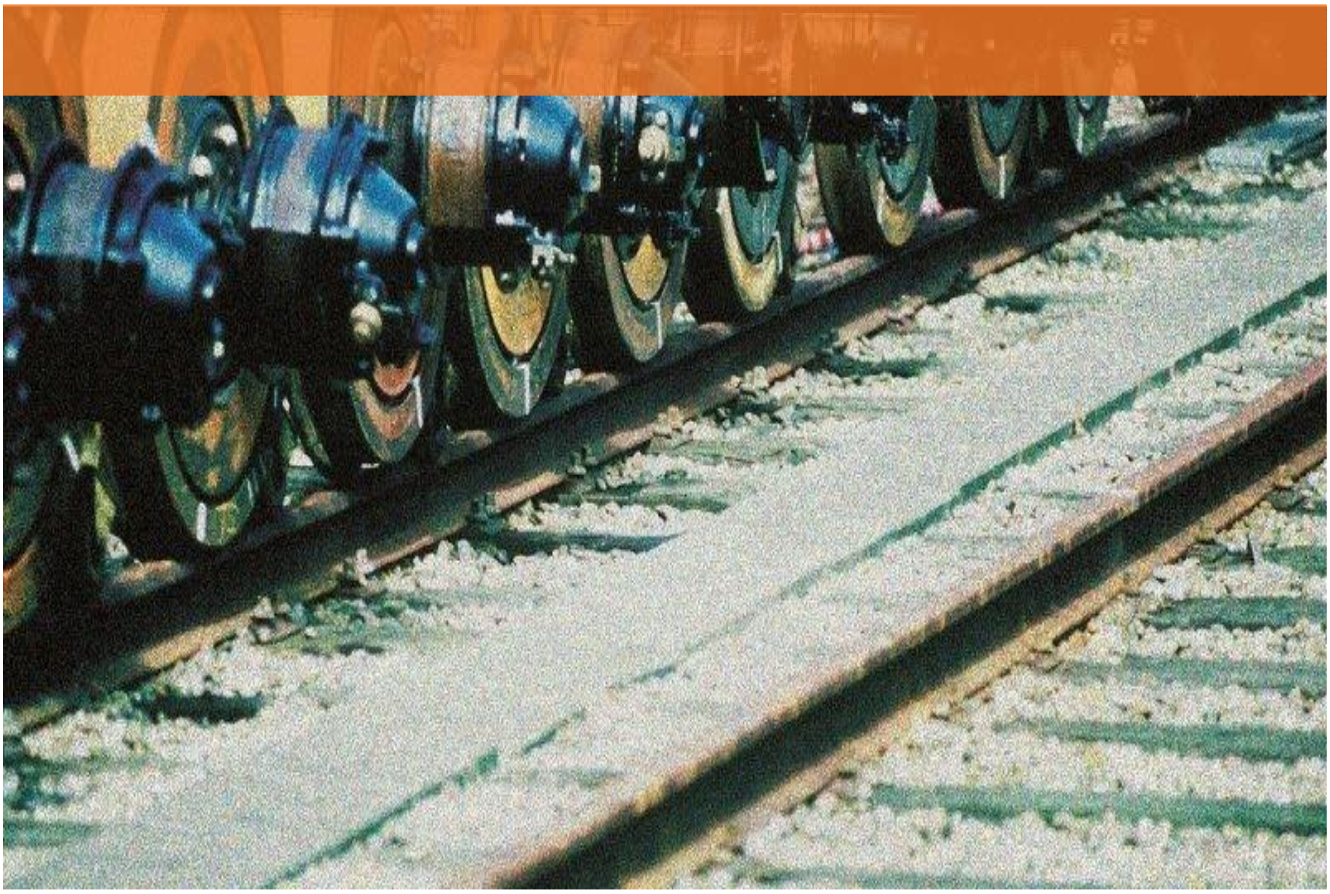
Optredende krachten bij verschillende ontsporingscenario's

voor Ministerie van Infrastructuur en Milieu

02-09-2014

Referentie: **OI/EJ/4651/03-548813**

Versie: **2**



Documentgeschiedenis en Autorisatie

Versie	Datum	Wijzigingen
1	30 juli 2014	Definitieve versie
2	2 september 2014	Volledig document tekstuele aanpassingen. Toevoeging kracht bij een aanrijding van de ontsporingsgeleideconstructie in een boog

Opgesteld door: **Erik Jansen**

Getekend: .... **Datum:** 02/09/2014

Collegiaal getoetst door: **Ramon Volgers**

Getekend: .... **Datum:** 02/09/2014

Vrijgegeven door: **Michiel Willekes**

Getekend: .... **Datum:** 3/9/2014

Distributielijst

Naam	Organisatie
K. Schmitz	ProRail B.V.
R. Uges	ProRail B.V.
R. Kwant	Havenbedrijf Rotterdam N.V.
T. Delhaas	Havenbedrijf Rotterdam N.V.
G. Kant	Havenbedrijf Rotterdam N.V.
M. Huijskes	Havenbedrijf Rotterdam N.V.
D. Kok	Havenbedrijf Rotterdam N.V.
A. Pruijssers	Ex Aequo Management
P. ten Pierick	TPM Groep

Kopieën door ProRail t.b.v. interne bedrijfsvoering van ProRail kunnen naar behoefte worden bijgemaakt.

Colofon

Lloyd’s Register Rail Europe B.V.

Postadres: Postbus 2016, 3500 GA Utrecht

Bezoekadres: Radboudtoren, Catharijnesingel 33, 3511 GC Utrecht

T 030 7524 700

F 030 7524 800

E Europe@LRrail.com

www.lr.org/rail

Lloyd’s Register Rail Europe B.V. is onderdeel van de Lloyd’s Register Groep.

Samenvatting

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M) werkt aan een alternatievenstudie voor de Calandbrug. Er zijn verschillende alternatieve tracés bedacht. Deze alternatieven hebben gemeen dat zij allen over verhoogde infrastructuur lopen. Bij een ontsporing ontstaat er een afstortrisico. Mede door de aanwezige leidingen in de directe omgeving van het spoor ontstaat hierdoor een potentieel risicovolle situatie.

I&M wil inzicht verkrijgen in de relevante mechanismen van ontsporing en welke factoren hierbij relevant zijn. Om die reden is aan Lloyd’s Register Rail gevraagd om middels eenvoudige mechanicaberekeningen te laten zien welke parameters dominant zijn bij ontsporing, hoe de onderlinge samenhang is en welke beïnvloedbaar zijn. Daarbij is het niet de bedoeling zaken exact uit te rekenen, maar om de orde van grootte te bepalen.

Als gevolg van een ontsporing zijn er twee scenario's beschouwd waarbij de volgende vraag beantwoord wordt:

- Een deel van de trein ontspoort waarbij de wrijving met de ondergrond zo hoog wordt dat de achteroplopende wagens omhoog worden gedrukt. Welke vertragingen zijn er nodig om het omhoog drukken van wagens mogelijk te maken? Zijn de hiervoor benodigde uitgangspunten realistisch? Zijn er voorbeelden van calamiteiten die dit antwoord onderbouwen?

- Een deel van de trein schaart als gevolg van de ontsporing en wordt tegen de wanden van het viaduct voortgeduwd. Welke krachten treden dan op tegen de zijwanden van het viaduct? Zijn de hiervoor benodigde uitgangspunten realistisch? Zijn er voorbeelden van calamiteiten die dit antwoord onderbouwen?

Beide ontsporingsscencario’s zijn eenzijdige ongevallen. Frontale aanrijding wordt als onmogelijk beschouwd door de aanwezigheid van het ERTMS beveiligingssysteem.

Op basis van een eenvoudig model is berekend dat voor verticaal scharen voor het ‘worst case scenario’ een minimale vertraging van 30m/s^2 benodigd is. Bij kiepen (omhoogkomen achterste as) heeft de trein voor het ‘worst case scenario’ een minimale vertraging van 35 m/s^2 nodig. Dit zijn extreme hoge vertragingen welke onmogelijk bij een eenzijdig ontsporing voorkomen. Bekende historische ongevallen laten ook zien dat bij een eenzijdige ongeval verticaal scharen ook niet is voorgekomen. Dit bevestigt het beeld dat de benodigde vertraging niet optreedt. Parameters die invloed hebben op de minimaal benodigde vertraging voor verticaal scharen en kiepen zijn de massa en de locatie van het zwaartepunt van de wagons. Het aantal wagons heeft geen invloed.

Voor de ontsporingssituatie, aanrijding met de ontsporingsgeleideconstructie, zijn de krachten bepaald welke plaatsvinden op de ontsporingsgeleideconstructie. Voor deze ontsporing is de aanname gedaan dat één draaistel van de locomotief uit het spoor loopt en vervolgens in aanraking komt met de ontsporingsgeleideconstructie. Met een model van de locomotief en de ontsporingsgeleideconstructie is bepaald dat de impactkracht tussen het draaistel en de ontsporingsgeleideconstructie ± 10.000 kN bedraagt. Deze kracht is slechts enkele duizenden van een seconde aanwezig en is met name relevant voor het lokaal beschadigen van de ontsporingsgeleideconstructie. Op langere duur ontstaat er een evenwichtssituatie met een krachtenniveau van ± 500 kN. Het uiteindelijke faalgedrag van de muur zal bepaald moeten worden door een constructie-expert. Het doorrijden van een boog geschikt voor 80km/u (boogstraal 450m) heeft een marginale invloed op de optredende krachten. Op basis van historische ongevallen is niet te verifiëren of deze waardes optreden. Echter laten deze wel zien dat zijwaarts uit het spoorlopen een combinatie van factoren nodig heeft. Met behulp van mitigerende maatregelen (voorbeeld Quo Vadis II, HotBox-detectie) kunnen defecten vroegtijdige gedetecteerd worden wat de kans op de combinatie van factoren die uiteindelijk tot een ongeval reduceren.

Inhoudsopgave

1 Inleiding

Het havenbedrijf Rotterdam is onder de paraplu en verantwoordelijkheid van het Ministerie van I&M, in gezamenlijkheid met ProRail, een besluitvormingstraject ingegaan tot oplossen van het knelpunt Calandbrug op de havenspoorlijn (onderdeel Betuweroute). Een aantal alternatieve tracés zijn voorgesteld om dit knelpunt op te lossen (Figuur 1). Deze tracés liggen op een verhoogd kunstwerk.

Gezien de toepassing van een kunstwerk kan dit bij ontsporing resulteren in een afstorting van de trein. Om meer inzicht te krijgen in de gevolgen van ontsporing is er aan Lloyd’s Register gevraagd om met behulp van eenvoudige mechanicaberekeningen te bepalen welke parameters er dominant zijn, wat de onderlinge samenhang is en welke beïnvloedbaar zijn bij verschillende vastgestelde ontsporingssituaties.

In de opdracht is gebruikt gemaakt van vereenvoudigde rekenmodellen (geen multibody dynamics of crashsimulaties). De resultaten van de rekenmodellen moeten geïnterpreteerd worden als de orde van grootte van de optredende krachten en versnellingen en dienen tevens om inzicht te krijgen in de beschouwde ontsporingsmechanismen.

1.1 Achtergrond

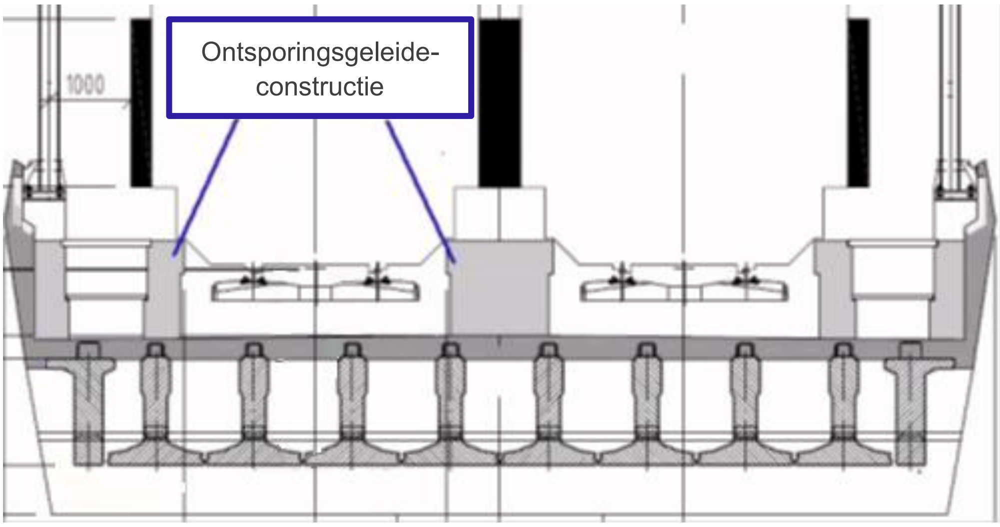
In het havengebied van Rotterdam ligt de Calandbrug. Deze brug is een belangrijke schakel in de transport van goederen over het spoor vanuit de havens. Echter deze brug bereikt in 2020 zijn technische levensduur. Daarnaast vormt deze brug steeds meer een capaciteitsknelpunt door toenemende transport over het spoor en frequentere openstand van de brug voor scheepsvaartverkeer. Om dit knelpunt in de toekomst op te lossen zijn er alternatieven tracés gedefinieerd, de Huntsman en de Theemsweg (Figuur 1).



Figuur 1: Tracés Calandbrug (groen huidig tracé, blauw alternatief Huntsman, rood alternatief Theemsweg)

Alle alternatieven van mogelijke tracés liggen op een verhoogde spoorbaan. Veelal op een kunstwerk, en soms (delen) op een grondconstructie. Een bijzonderheid daarbij is de aanwezigheid van een groot aantal leidingen en andere objecten waar gevaarlijke stoffen of elektriciteit wordt geproduceerd, opgeslagen en getransporteerd in de nabijheid van de verhoogde spoorbaan. Deze omstandigheid brengt diverse risico's met zich mee. Een denkbaar risico is de interactie tussen een ontspoorde, neerstortende trein/wagon en objecten met gevaarlijke stoffen die zich in de nabijheid van het spoor bevinden.

In voorgaande onderzoeken [2] zijn de kansen van optreden van verschillende ontsporingsscenario's voor de verschillende tracés bepaald. Bij het bepalen van deze kansen is rekening gehouden met de aanwezigheid van een ontsporingsgeleideconstructie op de tracés. Deze ontsporingsgeleideconstructie bestaat uit een opstaande rand van 350mm BS welke 1600mm [1] uit het hartspoor ligt (Figuur 2). Tijdens het bepalen van de kansen van ontsporing is er niet naar de ontsporingsmechanismes gekeken (benodigde krachten, versnellingen en geometrische afwijkingen).



Figuur 2: Ontsporingsgeleideconstructie [2]

1.2 Aanpak

Dit rapport heeft als doel om via berekeningen relaties te leggen en te begrijpen tussen de trein (massa, snelheid, dimensies en zwaartepunt), de geometrie rond spoor (dimensies t.o.v. ontsporingsgeleideconstructie, fundering i.v.m. wrijving bij ontsporing) en wat er gebeurt tijdens een ontsporing. Op deze wijze hopen we begrip van het systeem te krijgen. De specifieke ontsporingsscenario's welke in dit rapport worden behandeld zijn:

- Een deel van de trein ontspoort waarbij de wrijving met de ondergrond zo hoog wordt dat de achteroplopende wagens omhoog worden gedrukt. Welke krachten/vertragingen zijn er nodig om wagons omhoog te laten komen? (Hoofdstuk 2)
- Een deel van de trein schaart als gevolg van de ontsporing en wordt tegen de ontsporingsgeleideconstructie van het kunstwerk voortgeduwd. Welke krachten treden dan op tegen de ontsporingsgeleideconstructie? (Hoofdstuk 3)

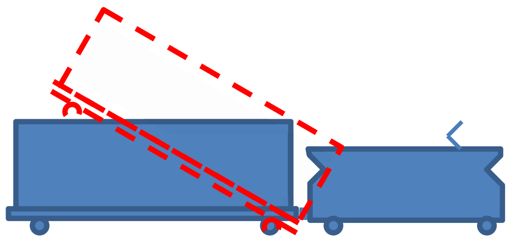
Uiteindelijk worden de doorgerekende ontsporingssituaties vergeleken met historische ontsporingen welke geregistreerd zijn bij de onderzoeksraad voor veiligheid (OVV) om de bepaalde waardes in een perspectief te plaatsen (Hoofdstuk 4).

2 Verticaal omhoogkomen

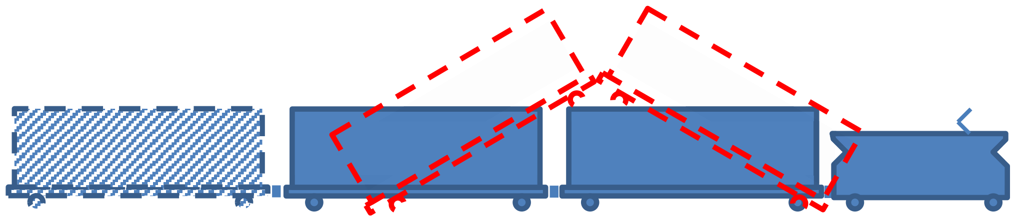
Bij een extreme vertraging bestaat de kans dat een wagon of locomotief verticaal omhoogkomt. Dit heeft tot gevolg dat de geleidende functie van het spoor vermindert of vervalt waardoor de trein zijwaarts uit het spoor raakt en eventueel kan kantelen. Dit kan resulteren in een verhoogd afstortingsgevaar.

Wanneer de trein snel vertraagt zijn er twee mogelijke scenario’s te beschrijven waarbij een wagon verticaal omhoog komt:

1. De laatste wagon kiept voorover (Figuur 3);
2. Twee of meerdere wagons gaan verticaal scharen, eventueel gevolgd door meerdere wagons (Figuur 4).



Figuur 3: Kiepen enkele wagon



Figuur 4: Verticaal scharen meerdere wagons met eventueel extra achteroplopende wagons

Voor beide scenario’s is berekend welke vertraging minimaal nodig is om het te laten plaatsvinden.

2.1 Scenario 1: Één enkele wagon gaat kiepen

De vertraging van de voorkant van de trein heeft tot gevolg dat de laatste wagon gaat kiepen. Dit betekent dat de wagon om een scharnierpunt gaat draaien.

2.1.1 Uitgangssituatie

De volgende punten zijn gebruikt als uitgangssituatie om te bepalen hoeveel vertraging er nodig is om een wagon te laten kiepen:

- Iedere wagon wordt als een star lichaam beschouwd en is dus onvervormbaar;
- De vertraging vindt in langsrichting van de trein plaats en is gelijk over de gehele trein;
- Voor de dimensie en massa van de wagons wordt uitgegaan van een platte wagen (type rens, Appendix A) met en zonder belading;
- De koppeling tussen de wagons leveren geen bijdrage aan het krachtenevenwicht, zuiver scharnier;

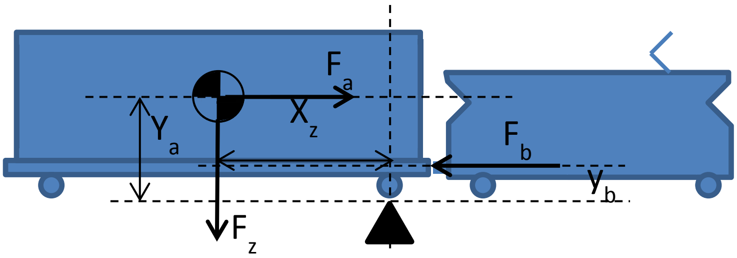
- Het massazwaartepunt ligt in het midden van een wagon en verandert niet van positie tijdens vertraging;
- De koppeling is geen beperking tijdens het kiepen.

De aanname dat de wagon onvervormbaar is en dat de belading niet gaat schuiven maakt de berekende waardes kritischer dan de werkelijkheid. Dit omdat alle energie die vrijkomt bij ontsporing gebruikt wordt om te kiepen.

Voor de wagons is gekozen voor een type rens omdat deze een groot verschil heeft in massa tijdens beladen en onbeladen toestand.

2.1.2 Berekening

De krachten die een rol spelen bij het kiepen zijn de zwaartekracht (F_z), welke de wagon op het spoor houdt en een vertragingskracht (F_a), welke de wagon wil laten kiepen en de kracht op de buffers (F_b). Deze krachten vormen samen een koppel rondom een scharnierpunt welke ligt ter hoogte van de voorste as.



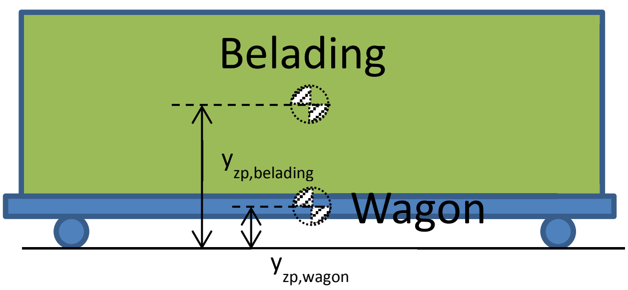
Figuur 5: Schematische weergave krachten wagon tijdens vertragen

Het moment wordt bepaald met de volgende formule:

$$M_{as} = F_z \cdot x_z - F_a \cdot y_a + F_b \cdot y_b$$

waarbij F_z gelijk is aan de zwaartekracht $(m \cdot g)$, x_z de afstand in langsrichting tussen scharnierpunt en zwaartepunt van het totale systeem, F_a de kracht die ontstaat door het afremmen $(m \cdot a)$, y_a de verticale afstand tussen scharnierpunt en zwaartepunt van het totale systeem, F_b de reactiekracht van de vooroplopende trein op de wagon (is gelijk aan F_a) en y_b de verticale afstand tussen koppeling en scharnierpunt. Figuur 5 laat de verschillende afstanden zien.

Het zwaartepunt van het totale systeem is afhankelijk van de massa en zwaartepunt van de belading en van de massa en zwaartepunt van de wagon (Figuur 6).



Figuur 6: Zwaartepunt belading (groen) en wagon (blauw)

Het zwaartepunt van het totale systeem (y_a) is te berekenen met de volgende formule:

$$y_a = \frac{y_{zp,belading} \cdot m_{belading} + y_{zp,wagon} \cdot m_{wagon}}{m_{belading} + m_{wagon}}$$

waarbij $y_{zp,belading}$ de hoogte is van het zwaartepunt van de belading, $m_{belading}$ de massa van de belading, $y_{zp,wagon}$ de hoogte is van het zwaartepunt van de wagon en m_{wagon} de massa van de wagon.

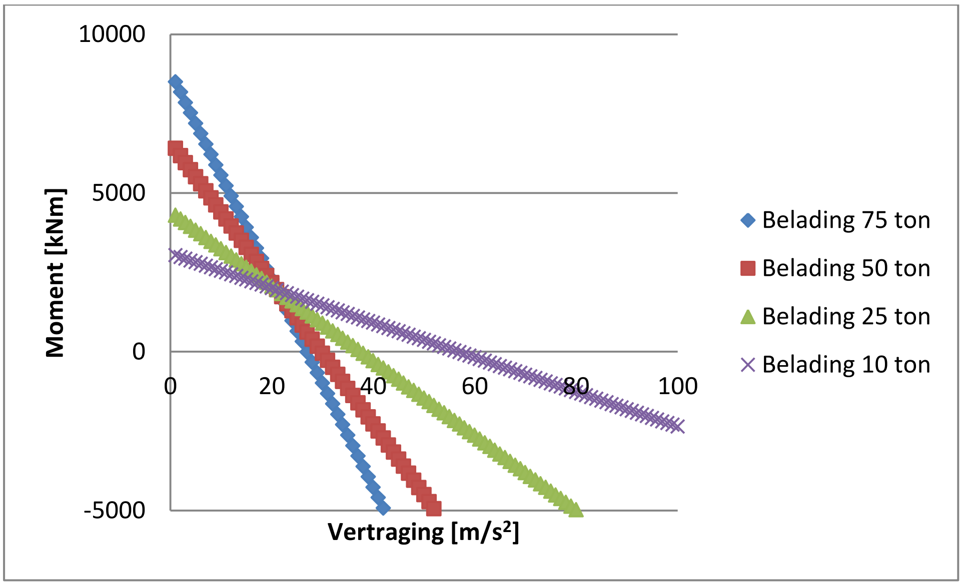
De wagon gaat kiepen wanneer de som van de momentensom negatief is. Het 'Worst case scenario' is wanneer de hoogte van het zwaartepunt (y_a) en de massa (m) groot zijn. Bij een lege wagon ligt het zwaartepunt vrijwel op dezelfde hoogte als het scharnierpunt en zal bij een vertraging een klein moment opleveren. De kans op kiepen is dan kleiner.

De gebruikte waardes voor het berekenen van de minimaal benodigde vertraging om te gaan kiepen staan beschreven in Appendix A.

2.1.3 Resultaten

Zoals hierboven beschreven is de benodigde vertraging om te kiepen afhankelijk van de massa en de locatie van het zwaartepunt van het totale systeem. Om deze afhankelijkheid in kaart te brengen is voor een aantal verschillende beladingen (massa en zwaartepunt) de som van de momenten als functie van de vertragingen berekend. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in Figuur 7. Wanneer het moment onder 0 kNm komt, zal de wagon gaan kiepen.

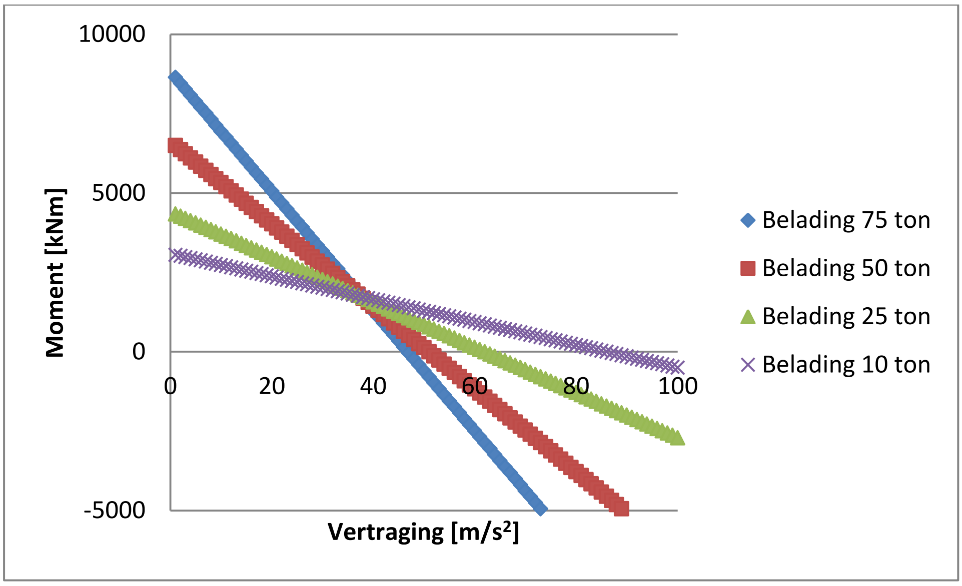
De maximale hoogte die de wagon met belading kan hebben is 4,70m (volgens profiel van vrije ruimte). De belading kan dan maximaal een hoogte hebben van 3,70m ten opzichten van de wagon. Het 'worst case scenario' is wanneer het zwaartepunt van de belading op de maximale hoogte bevindt. Figuur 7 geeft de benodigde vertragingen om de trein te laten kiepen voor het 'worst case scenario' met verschillende beladingen.



Figuur 7: Vertraging belading met zwaartepunt ($y_{zp,belading}$) = 4,70m

In Figuur 7 is zichtbaar dat de wagon met een belading van 75 ton (blauwe lijn) bij ca. 30m/s^2 de 0kNm lijn doorsnijdt. Bij hogere vertraging zal de wagon gaan kiepen.

Een meer realistisch scenario is dat het zwaartepunt in het midden van de belading zit ($y_{zp,belading}$ = 2,85m). Figuur 8 geeft de benodigde vertragingen om de wagon te laten kiepen in deze situatie.



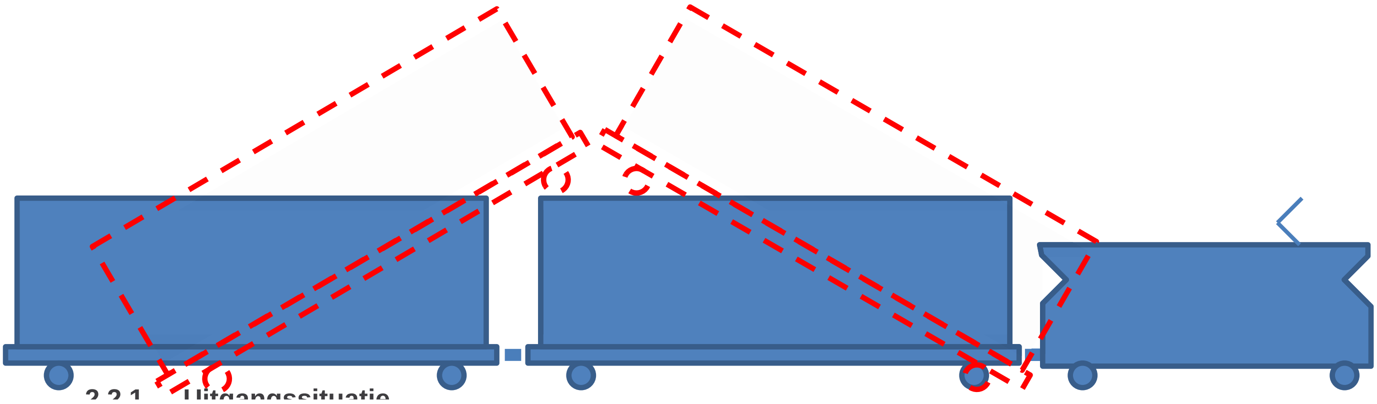
Figuur 8: Vertraging belading met zwaartepunt ($y_{zp,belading}$) = 2,85m

In Figuur 8 is zichtbaar dat de wagon met een belading van 75 ton (blauwe lijn) bij ca. 50m/s^2 de 0kNm lijn doorsnijdt en gaat kiepen.

Op basis van het gehanteerde model is berekend dat de minimaal benodigde vertraging voor het 'worst case scenario' ca. 30m/s^2 bedraagt. Wanneer het zwaartepunt van het systeem omlaag gaat neemt de benodigde vertraging om te gaan kiepen toe. En bij een zwaartepunt ligging van 2,85m zelfs 50m/s^2 nodig heeft om te kiepen.

2.2 Scenario 2: Twee of meerdere wagons gaan verticaal scharen

De vertraging van de voorkant van de trein heeft tot gevolg dat twee of meer wagons verticaal gaan scharen. Dit betekent dat één wagon gaat kiepen (bovenbeschreven scenario, 2.1) en één wagon gelift wordt (Figuur 9).



Figuur 9: Schematische situatie verticaal scharen

2.2.1 Uitgangssituatie

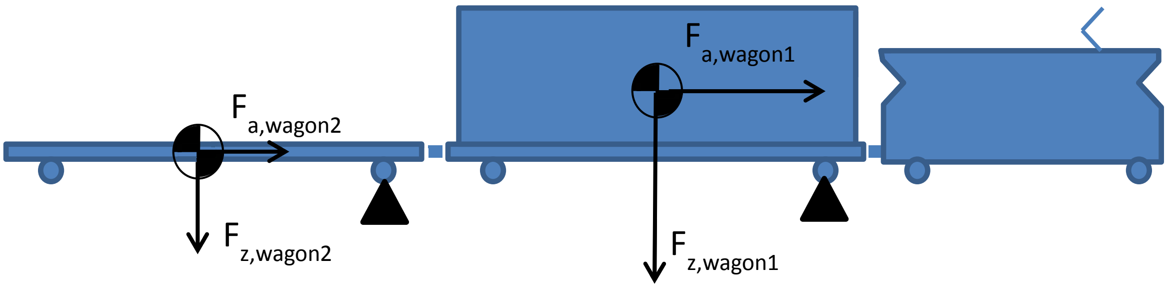
De volgende punten zijn gebruikt als uitgangssituatie om te bepalen hoeveel vertraging er nodig is om twee of meer wagons verticaal te laten scharen:

- Iedere wagon wordt als een star lichaam beschouwd en is dus onvervormbaar;
- De vertraging vindt in langsrichting van de trein plaats;

- Voor de dimensie en massa van de wagons wordt uitgegaan van een platte wagen (type rens, Appendix A) met en zonder belading;
- De koppeling tussen de wagons leveren geen bijdrage aan het krachtenevenwicht;
- Het maximaal aantal wagons is beperkt tot 40 wagons;
- De belading is gecentreerd rond het midden van de wagon en blijft bij vertragen op dezelfde locatie zitten;
- De koppelingen zijn geen beperking tijdens het verticaal scharen;
- Alle wagons kennen dezelfde geometrie;
- De gehele trein ondervindt dezelfde vertraging;
- De trein bevindt zicht op een horizontale ondergrond.

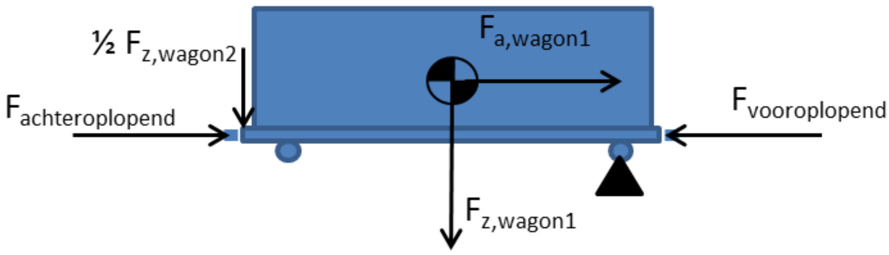
2.2.2 Berekening

Zoals hierboven beschreven, moet er bij verticaal scharen naast het kiepen een wagon gelift worden. Figuur 10 geeft een overzicht van krachten die optreden bij vertragen van een trein met meerdere wagons.



Figuur 10: Krachten bij vertragen gekoppelde wagons

Voor de bepaling van de benodigde versnelling wordt bovenstaande model vereenvoudigd door de helft van de massa van wagon 2 te laten aangrijpen op de achteroplopende koppeling van wagon 1 (Figuur 11). Vereenvoudiging is dat wagon 1 tijdens het kiepen wagon 2 mee omhoog tilt.



Figuur 11: Vereenvoudigde krachten bij vertragen gekoppelde wagons

Dit resulteert uiteindelijk in een momentensom:

$$M_{as} = F_{z,wagon1} \cdot x_z - F_{a,wagon1} \cdot y_a + \left(F_{vooroplopend} - F_{achteroplopend}\right) \cdot y_b + \frac{1}{2} \cdot F_{z,wagon2} \cdot 2 \cdot x_z$$

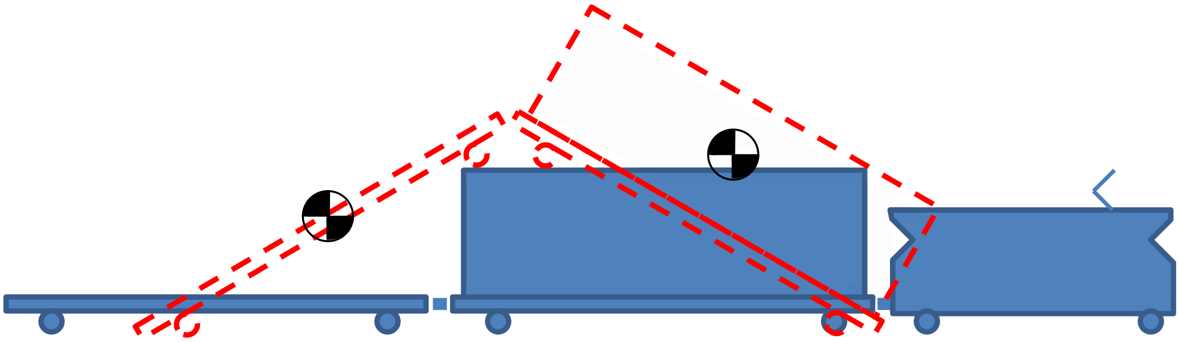
waarbij de parameters gelijk zijn aan de berekening uit paragraaf 2.1.2. $F_{vooroplopend}$ is de reactiekracht die het vooroplopende deel van de trein op de wagon heeft en $F_{achteroplopend}$ is de reactiekracht die het

achteroplopende deel van de trein op de wagon heeft. Deze reactiekrachten zijn gelijk aan de massa van achteroplopende wagons vermenigvuldigd met de vertraging ($F_{achteroplopend}$) of massa achteroplopende wagons inclusief de te kiepen wagon vermenigvuldigd ($F_{vooroplopend}$). Het verschil tussen deze krachten is de massa van de desbetreffende wagon die kiept. Gevolg is dat het aantal voor- en achteroplopende wagons geen invloed heeft op de momentensom. Wederom geldt dat wanneer de momentensom negatief wordt, de wagon zal gaan kiepen.

De gebruikte waardes voor het berekenen van de minimaal benodigde vertraging om te gaan kiepen staan beschreven in Appendix A.

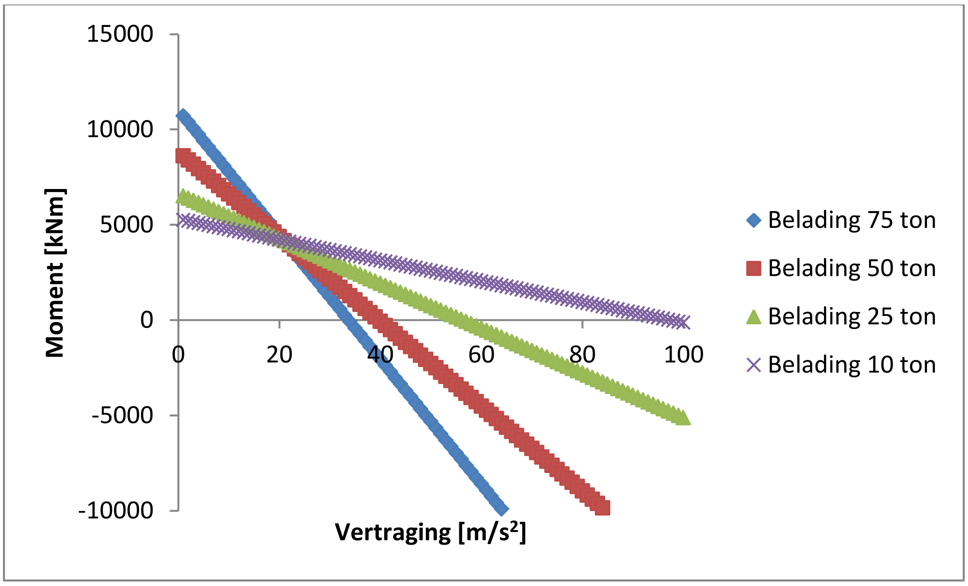
2.2.3 Resultaten

Het moment van scharen is afhankelijk van het zwaartepunt en massa van de wagons. De kans op verticaal scharen neemt toe wanneer de vooroplopende wagon maximaal beladen is en de achteroplopende wagon leeg is (Figuur 12). Waarbij het 'Worst case scenario' is wanneer het zwaartepunt van de vooroplopende wagon op de maximale hoogte ligt.



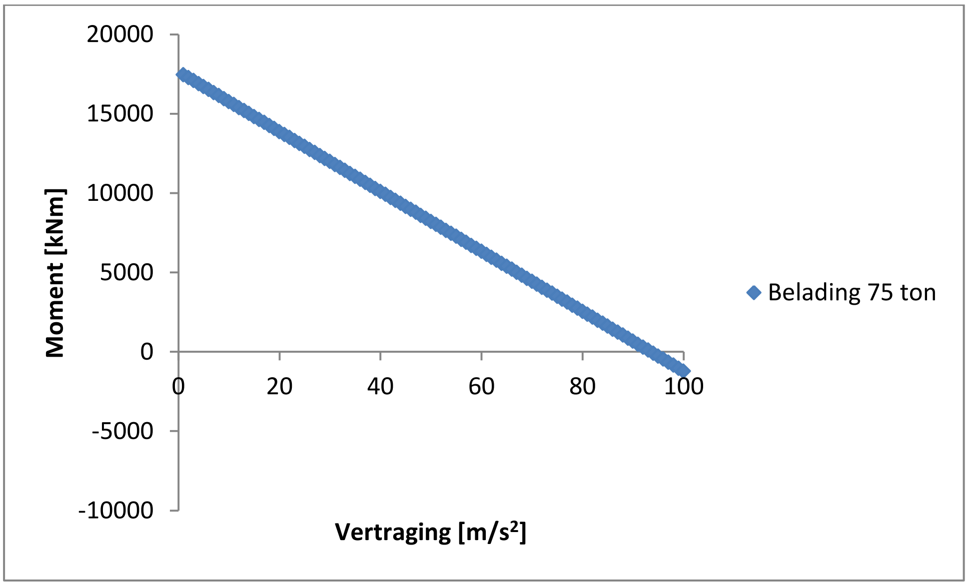
Figuur 12: Grootste kans op scharen met maximaal beladen en lege wagon

In Figuur 13 is zichtbaar dat een wagon met een belading van 75 ton (blauwe lijn) bij een vertraging van ca. 35 m/s^2 de 0 kNm doorsnijdt en dus begint te scharen



Figuur 13: Vertraging 'worst case scenario', wagon 1 zwaartepunt maximale hoogte (4.85m) wagon 2 geen belading

Een situatie waarbij beide wagons een meer gelijke belading hebben resulteert in een hogere benodigde vertraging om de wagons te laten scharen (Figuur 14).



Figuur 14: Vertraging 'worst case scenario', wagon 1 en wagon 2 maximale belading (75 ton) en zwaartepunt in het midden (2.85m)

Op basis van het gehanteerde model is berekend dat de minimaal benodigde vertraging voor het 'worst case scenario' ca. 35m/s^2 bedraagt. Wanneer de wagons een gelijkwaardigere belading hebben loopt de benodigde vertraging om verticaal te scharen op tot ±90 m/s^2.

2.3 Conclusie

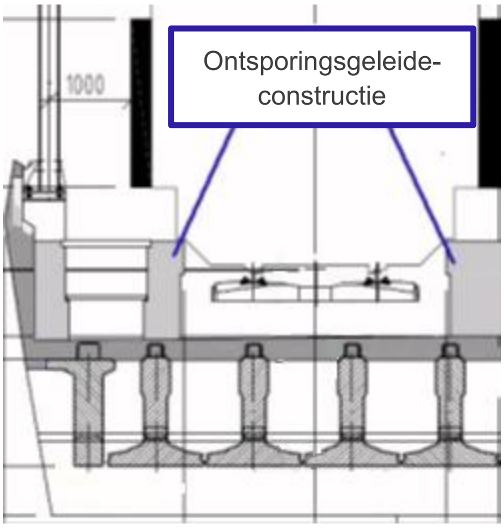
Het 'worst case scenario' scharen vindt plaats vanaf ca. 35m/s^2, het 'worst case scenario' kiepen vanaf ca. 30 m/s^2. Het verschil in benodigde versnelling van de 'worst case scenarios' tussen kiepen en scharen is relatief klein omdat de massa van de lege verticaal scharende wagon in deze situatie tijdens scharen erg gering is. Wanneer beide verticaal scharende wagons beladen zijn, neemt de benodigde vertraging om te scharen snel toe. Ook een verschuiving van het zwaartepunt naar beneden heeft tot gevolg dat de benodigde vertraging om te gaan scharen of kiepen toeneemt.

Een vertraging van 30 m/s^2 betekent dat een trein vanaf 80 km/u binnen een seconde tot stilstand zou moeten komen. Een dergelijke vertraging wordt gezien de beschreven uitgangssituatie [1], waarbij de trein afremt in de ballast, als onmogelijke geacht. Een belading met een zwaartepunt wat lager ligt dan het 'worst case scenario' zal daarom zeker niet scharen of kiepen.

3 Aanrijding ontsporingsgeleideconstructie

De uitgangssituatie is dat de trein links of rechts het spoor verlaat en daarbij in aanraking komt met de beschreven ontsporingsgeleideconstructie (Figuur 15). Er is geen ontsporingsmechanisme bekend waarbij binnen een wagen één draaistel naar links en het daarop volgende draaistel naar rechts ontspoort. Hierdoor zal de ontsporingsconstructie altijd aan één zijde van het spoor geraakt worden. Daarnaast is het gevolg hiervan dat het onmogelijk is dat een wagen horizontaal schaart.

De vraag die in dit hoofdstuk wordt beantwoord is, welke kracht ondervindt de ontsporingsgeleideconstructie wanneer de voorste wagen (de locomotief) de ontsporingsgeleideconstructie raakt.



Figuur 15: Ontwerp ontsporingsgeleideconstructie

3.1 Uitgangssituatie

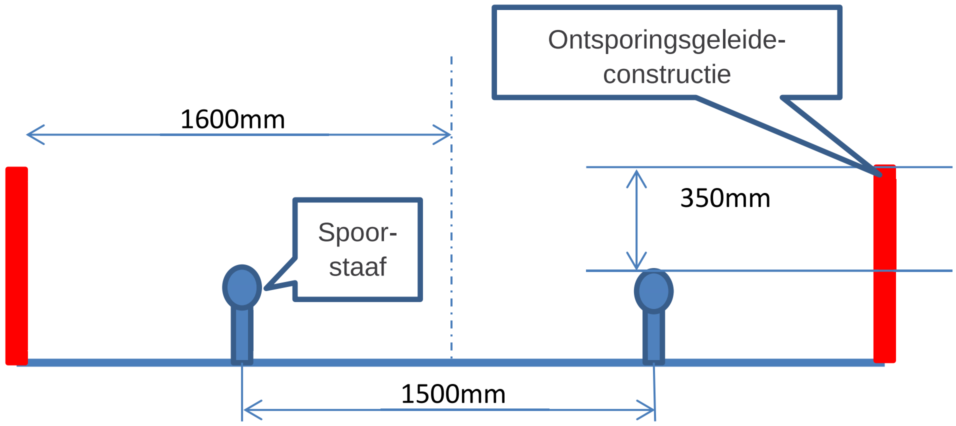
De volgende punten zijn gebruikt om te berekenen welke krachten erop treden bij een aanrijding met de ontsporingsgeleideconstructie:

- Voor de dimensie en massa van de locomotief gaan we uit van een doorsnee locomotief, bijvoorbeeld de BR 186 (Appendix B)
- De aspotten raken als eerste de ontsporingsgeleideconstructie;
- Het ballastbed inclusief dwarsliggers heeft geen invloed op de krachten;
- Trein heeft een voorwaartse snelheid van 80 km/u;
- Het voorste draaistel loopt uit het spoor en het tweede draaistel blijft in het spoor;
- De ontsporingsgeleideconstructie is oneindig stijf en maakt onderdeel uit van de omgeving;
- De aspotdeksels zijn oneindig stijf en vervormen niet tijdens de aanrijding;
- Minimale boogstraal van 450m.

De aanname van een oneindige stijve elementen resulteert in hogere krachten dan in de werkelijkheid.

3.2 Berekening

Bij het ontsporen zal het voorste draaistel van het spoor aflopen. Het draaistel zal in de ballast vallen en vervolgens met de aspotten aan één zijde de ontsporingsgeleideconstructie raken.



Figuur 16: Dimensie ontsporingsgeleideconstructie

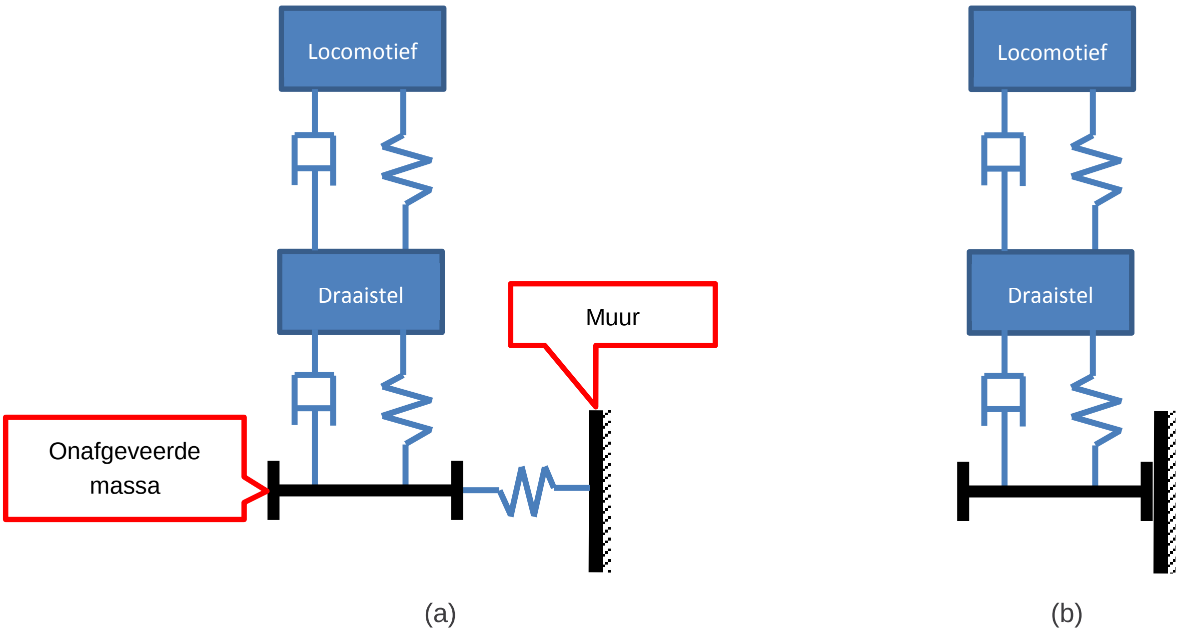
Tijdens de aanrijding met de ontsporingsgeleideconstructie zijn er twee situaties die elkaar opvolgen te definiëren:

situatie a. Het initieel raken van de ontsporingsgeleideconstructie door de aspotten;

situatie b. Het schrapen langs de ontsporingsgeleideconstructie;

Situatie a, waarbij de aspot de ontsporingsgeleideconstructie raakt, wordt gekenmerkt door een hoge piekkracht met een korte tijdsduur. Voor het bepalen van deze kracht is een model gemaakt met drie onderling geveerde massa's. Deze zijn de bak van de locomotief, het draaistel en de onafgeveerde massa (Figuur 17 (a)). Tussen de locomotief en draaistel zitten de secundaire vering, tussen het draaistel en onafgeveerde massa de primaire vering. De veer die gemodelleerd wordt tussen onafgeveerde massa en ontsporingsgeleideconstructie is een niet lineaire veer welke de deformatie van de aspotten representeert tijdens de eerste impact.

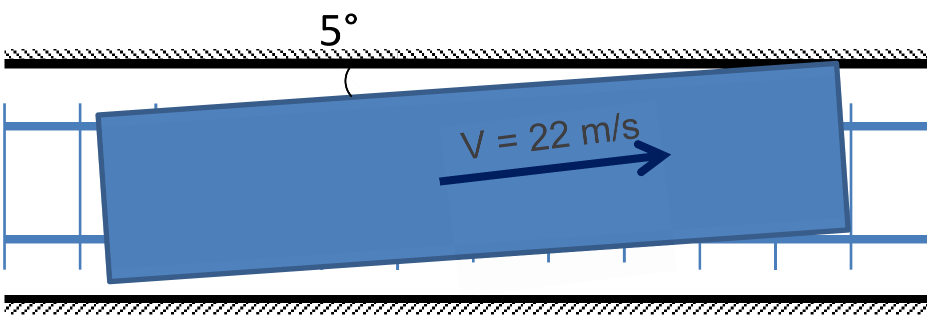
Door de massa van de locomotief en draaistel blijven na de impact zal de aspotten tegen de ontsporingsgeleideconstructie gedrukt . De as wordt hierbij niet meer als massa gezien omdat deze 'één' is geworden met de ontsporingsgeleideconstructie. Het bovenstaande beschreven model wordt vereenvoudigd door de onafgeveerde massa weg te nemen (Figuur 17 (b)). De krachten die de dan op de ontsporingsgeleideconstructie werken worden dan bepaald door de beweging van de locomotief en draaistel.



Figuur 17: Schematische situatie (a) initieel raken ontsporingsgeleideconstructie, (b) schrapen langs de ontsporingsgeleideconstructie

Het ballastbed inclusief dwarsliggers wordt niet in het model meegenomen. Het gevolg is dat er aangenomen wordt dat de snelheid die de trein op het spoor had voor ontsporing ook de snelheid is die de trein heeft tijdens de aanrijding met de ontsporingsgeleideconstructie. In de werkelijkheid zal de snelheid lager liggen door wrijving met het ballastbed.

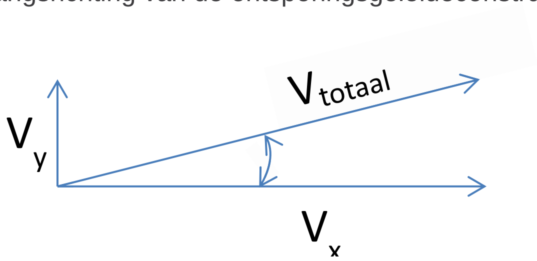
De initiële snelheid waarmee de aspotten de ontsporingsgeleideconstructie raken wordt bepaald door de impacthoek die de trein heeft bij aanraking. Voor rechtdoorgaand spoor volgt uit Figuur 16 dat de zijdelingse verplaatsing (wanneer de aspotten de ontsporingsgeleideconstructie raken) maximaal 0,85m bedraagt (afstand ontsporingsgeleideconstructie t.o.v. spoorstaaf). De afstand tussen de draaistellen is gelijk aan 10,4m (Appendix B). Dit resulteert in een hoek van ± 5º (naar boven afgerond).



Figuur 18: Impacthoek

De voorwaartse snelheid is 80 km/u (≈ 22 m/s). Vlak voor de aanrijding met de ontsporingsgeleideconstructie kan deze snelheid ontleedt worden in een snelheidscomponent loodrecht

op de ontsporingsgeleideconstructie (V_y) welke naar boven afgerond ±2 m/s is en een snelheid in de langsrichting van de ontsporingsgeleideconstructie (V_x) van ±22 m/s (Figuur 19).



Figuur 19: Snelheidsvector

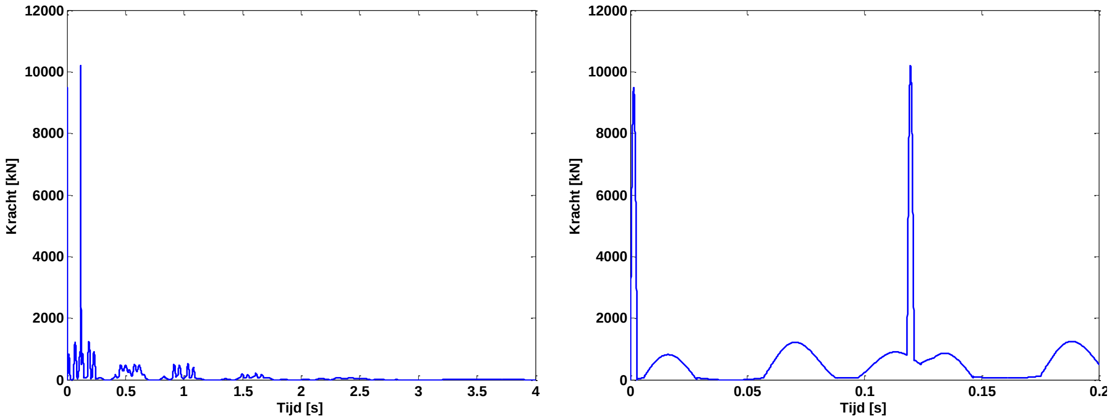
Bij een ontsporing in een boog neemt de impacthoek van de trein ten opzichten van de ontsporingsgeleideconstructie toe. Appendix C beschrijft hoe de impacthoek in een boog bepaald wordt. Gegeven een boogstraal van minimaal 450m is de impacthoek met de ontsporingsgeleideconstructie ± 5º (naar boven afgerond). Deze hoek wordt ook gebruikt bij het berekenen van de kracht op de ontsporingsgeleideconstructie bij rechtdoorgaand spoor. De resultaten van rechtdoorgaand spoor zijn daarom ook toepasbaar voor een aanrijding in een boog.

De modellen behorende bij de aanrijdingssituatie zijn in het rekenpakket Simulink® gemodelleerd. Vervolgens is voor beide modellen het gedrag als gevolg van de aanrijding bepaald. Dit levert voor de twee verschillende situaties een kracht als functie van de tijd op. Voor de initiële impact zijn de krachten van het model met onafgeveerde massa maatgevend (situatie a). Voor de overige tijd zijn de krachten van het model zonder de onafgeveerde massa dominant (situatie b).

De uiteindelijke kracht tussen de locomotief en de ontsporingsgeleideconstructie wordt via twee assen (aspotten) overgedragen. Deze krachten bevinden zich op 2.6m van elkaar. Om de kracht op een locatie van de ontsporingsgeleideconstructie te bepalen zijn deze beide krachten verschoven met een tijdsverschuiving die gelijk is aan de asafstand en vervolgens gesommeerd.

3.3 Resultaat

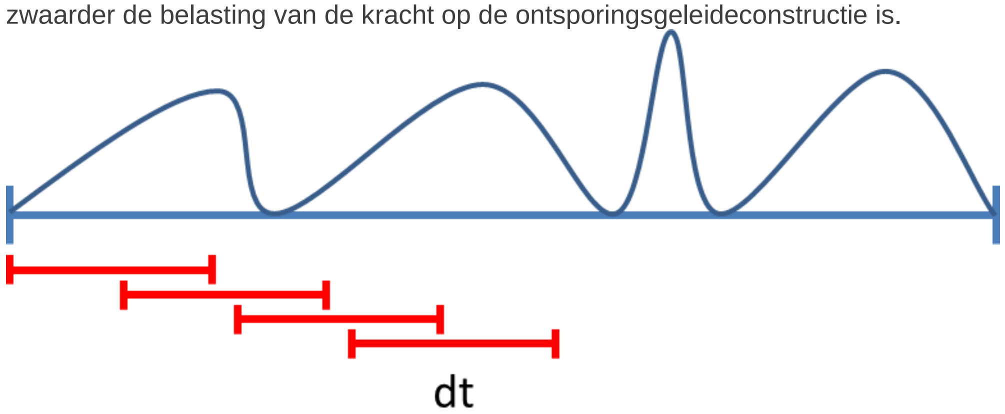
Figuur 20 toont de kracht op de ontsporingsgeleideconstructie als functie van de tijd. Twee pieken zijn zichtbaar met een tussentijd van ±0.12 seconden (Figuur 20). Deze piekkrachten ontstaan door de eerste impact van de aspotten met de ontsporingsgeleideconstructie en de tussentijd komt overeen met de asafstand.



Figuur 20: Kracht op de ontsporingsgeleideconstructie als functie van de tijd (rechts zoom 0 tot 0.2 seconden)

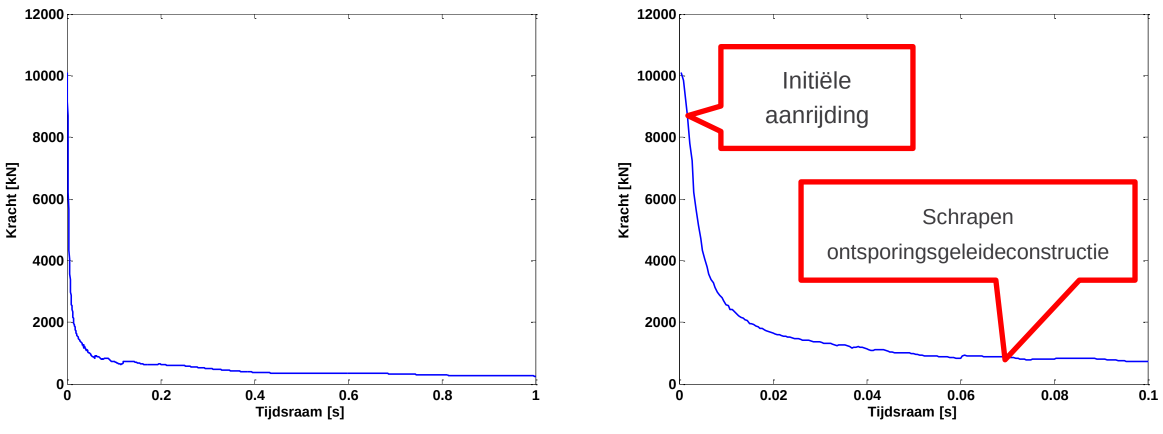
De belasting van de ontsporingsgeleideconstructie wordt bepaald door de hoogte van de kracht alsmede door de tijdsduur van de kracht. Wanneer bijvoorbeeld met een hamer op een muur wordt geslagen, kent deze een hoge piekkracht maar is zeer kortstondig van duur. Dit heeft als resultaat dat een muur lokaal uitbrokkeling vertoond, hij zal echter niet omvallen.

Om de belasting van de ontsporingsgeleideconstructie te bepalen wordt het signaal met een lopend gemiddelde geanalyseerd (Figuur 21). De duur van het lopende gemiddelde, tijdsraam (dt), geeft aan hoelang de kracht aanwezig is. Hoe groter het tijdsraam des te langer is de kracht aanwezig en hoe zwaarder de belasting van de kracht op de ontsporingsgeleideconstructie is.



Figuur 21: Bepaling lopend gemiddelde

Figuur 22 laat de krachten zien als functie van een tijdsraam. Vanaf 0,4 seconde gaat de kracht naar een stabiele waarde van ± 500 kN. Onder een tijdsraam van 0,4 sec zijn de krachten groter dan 1000 kN met een piek van 10.000 kN bij een tijdsraam van 0,003 seconde. Deze behoort bij de initiële impact van de aspot met de ontsporingsgeleideconstructie.



Figuur 22: Kracht als functie van een tijdsraam (rechts zoom 0 tot 0.1 seconden)

3.4 Conclusie

Op basis van de gehanteerde modellen wordt geconcludeerd dat de maximale kracht bij aanrijding orde grootte is van 10.000 kN. Deze kracht kent echter een korte tijdsduur (0,003s). Deze kracht is het resultaat van de initiële aanrijding met de ontsporingsgeleideconstructie (situatie a) en is met name relevant voor het optreden van lokale schade. Vanaf een tijdsraam van 0,04 seconden gaat de kracht

naar een evenwichtssituatie van ± 500 kN. Deze wordt veroorzaakt door de massa van het draaistel en locomotief, welke ervoor zorgen dat de assen tegen de ontsporingsgeleideconstructie gedrukt blijven (situatie b). Deze kracht is het meest relevant voor het bezwijken van de ontsporingsgeleideconstructie door het continu duwen al zal dit getoetst moet worden door een constructie-expert.

4 Resultaten theoretische ontsporingscenario's in vergelijking tot historische ontsporingen

Om een gevoel te krijgen voor de mechanismen van ontsporing zijn de theoretische ontsporingsscenario' s vergeleken met historische ontsporingen.

Voor het verticaal omhoogkomen was de uitgangssituatie dat het vooroplopende deel van de trein uit het spoor loopt en vervolgens een dermate grote vertraging tot gevolg heeft dat er achteroplopende wagons omhoogkomen. Het ongeval bij Stavoren (25 juli 2010, bijlage D.4) is een situatie waarbij het trein door een juk heen rijdt en vervolgens geen spoor meer onder zich heeft. Hierbij zijn de wagons niet verticaal omhoog gekomen. Gezien de grote afstand die de trein na ontsporing heeft afgelegd is het ook niet te verwachten dat de trein de benodigde vertraging voor verticaal omhoog komen heeft gehaald.

De uitkomst van de berekening van verticaal omhoogkomen is dat er een grote vertraging nodig is om verticaal omhoog te komen. Een vertraging die door alleen uit het spoorlopen niet haalbaar is, maar mogelijk wel bij een frontale aanrijding. Een frontale aanrijding bij Amsterdam (21 mei 2004, bijlage D.1) laat ook zien dat een wagon verticaal omhoog komt, echter dit gebeurt omdat de wagon zelf uitgeknikt is. Daarentegen een voorbeeld met een aanrijding met een zwaar object op het spoor (Veenendaal 31 oktober 2002, bijlage D.2) laat ook zien dat de wagons niet verticaal omhoogkomen.

Een ontsporing van een aantal tussen liggende wagons (Vleuten 23 maart 2009 (bijlage D.10) en Borne 6 november 2013 (bijlage D.11)) heeft gezien de grote weg die de trein heeft afgelegd na ontsporing niet genoeg vertraging tot gevolg om verticaal omhoog te komen.

Voor de aanrijding met de ontsporingsgeleideconstructie is op basis van historische ongevallen niet te zeggen of de uiteindelijke berekende krachten optreden. Wel is op basis van historische ongevallen zichtbaar wat de meest waarschijnlijke situatie is om zijwaarts uit het spoor te raken. Er is altijd een combinatie van factoren aanwezig om zijwaarts uit het spoor te raken (Tabel 1). Al zijn er geen historische situaties bekend waarbij de voorkant/locomotief van de trein zijwaarts uit het spoor loopt en vervolgens de ontsporingsgeleideconstructie raakt.

Tabel 1: Historische ongevallen zijwaarts uit het spoor

Locatie	Factoren	
Maasvlakte, 13 april 2012	Frontale aanrijding	bijlage D.3
Amsterdam,15 augustus 2005	Wissel en te strak gekoppeld	bijlage D.6
Apeldoorn, 30 april 2003	Te hoge snelheid en losse belading	bijlage D.7
Amsterdam, 22 november 2008	Kapotte aspot en wissel	bijlage D.8
Boxtel, 8 december 2005	Kapotte aspot	bijlage D.9

Voor een aantal van de combinatie van factoren die in het verleden tot een zijwaartse ontsporing heeft geleid zijn in voorgaande onderzoeken [2] al mitigerende maatregelen meegenomen. De eerder beschreven ontsporingsgeleideconstructie voorkomt dat treinen tijdens ontsporen op elkaars spoor komen. Daarnaast voorkomt de ontsporingsgeleideconstructie dat treinen ver buiten het spoor raken en daardoor van het ballastbed afvallen en kantelen (D.9) of van een kunstwerk afvallen (D.8). Verder is er ook het gebruik van een hotboxsysteem beschreven, welke vroegtijdig defecten aan aspotten kan ontdekken, en het 'nieuwe' beveiligingssysteem ERTMS welke ingrijpt bij te hard rijden en de machinist ver vooruit laat zien wat zijn vrije pad is. Met behulp van deze maatregelen is het zeer onwaarschijnlijk dat er een vergelijkbare ontsporing als bovenstaand op het alternatieve tracé zich zal herhalen.

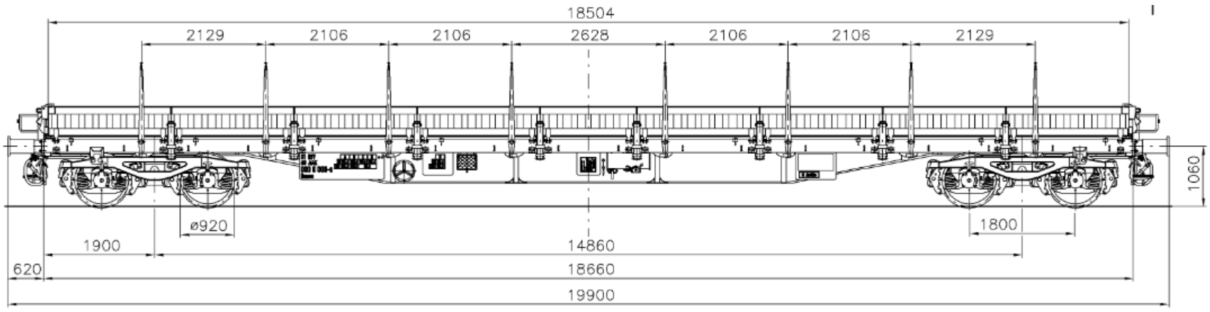
5 Referenties

[1] Offerte vraagstelling berekening Calandbrug, Lloyd’s Register Rail Europe, Ref 03-546822

[2] Project Calandbrug: Analyse Afstortrisico Alternatief Theemsweg, Movares, E60-FHO-KA-1300357

Appendix A Dimensies type rens

Hieronder worden de dimensies van een platte wagen type rens gegeven. De belading zal bestaan uit een massief rechthoek. Voor de dimensies van de belading wordt uitgegaan van de ruimte die aanwezig is binnen het profiel van vrije ruimte (Maximale hoogte 4,70m). Verder wordt het zwaartepunt van een lege wagen op de hoogte van de buffers geplaatst.



Figuur 23: Platte wagen (type rens)

Dimensie wagon:

Gewicht leeg	25.000	kg
Gewicht maximaal beladen	100.000	kg
Zwaartepunt leeg	1	m
Hoogte buffers	1,06	m
Hoogte As	0,5	m

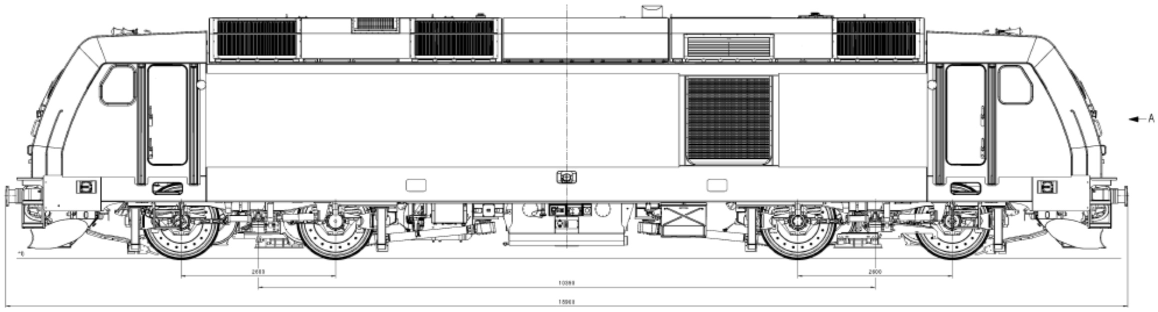
Dimensie belading:

Maximale hoogte	3,7	m
Gewicht	0~75000	kg
Zwaartepunt	0~3,7	m

De massa en de hoogte van het zwaartepunt van de belading zijn gebruikt voor het berekenen van de minimaal benodigde vertraging om te gaan kiepen.

Appendix B Dimensies Locomotief

In deze appendix worden de dimensie van een doorsnee locomotief (hier is de BR186 gekozen) gegeven.

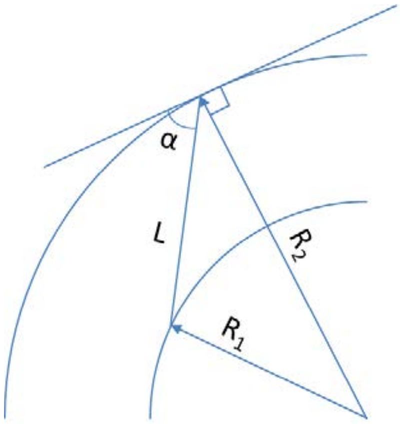


Dimensie locomotief:

Gewicht locomotief (secundair)	55000	kg
Draaistel (secundair + primair)	6300	kg
Onafgeveerd	9000	kg
Draaistel afstand	10,4	m
Hoogte aspot	0,625	m
Asafstand	2,6	m

Appendix C Bepaling impacthoek in een boog

De impacthoek die de trein heeft bij aanrijden in een boog is afhankelijk van de straal van de boog als van de afstand tussen de draaistellen.



Figuur 24: Impacthoek (α) in een boog

Figuur 24 laat schematisch de verhoudingen zien bij een aanrijding van de ontsporingsgeleideconstructie in een boog waarbij L gelijk is aan de tapafstand, R_1 gelijk is aan de boogstraal, R_2 gelijk is aan de boogstraal plus de zijdelings verplaatsing die het draaistel heeft voordat deze de muur raakt. Met behulp van de cosinusregel kan vervolgens de hoek bepaald worden.

De hoek kan bepaald worden met de volgende formule:

$$\alpha = 90° - \text{acos}\left(\frac{(R_1^2 - R_2^2 - L^2)}{-2 \cdot R_2 \cdot L}\right)$$

Appendix D Historische ongevallen

Deze appendix bevat een aantal historische ongevallen die een beeld laten zien welke overeenkomen met de vraagstelling. De gegevens komen van de onderzoeksraad voor veiligheid (OVV).

D.1 Frontale botsing (STS passage, 21 mei 2004 Centraal station, Amsterdam)

Na een STS-passage van de getrokken trein rijden twee treinen frontaal op elkaar. Door de enorme vertraging knikt de eerste wagon over de locomotief.



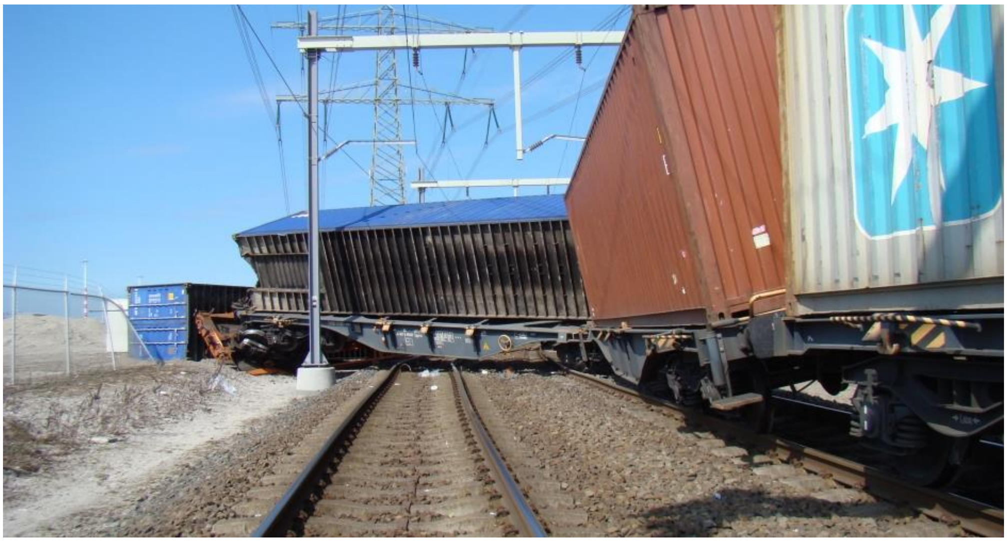
D.2 Object op het spoor (Overweg te Veenendaal blijft open bij nadering trein, 31 oktober 2002)

Een oplegger is op een overweg blijven staan. Vervolgens is de trein gelift.



D.3 Frontale botsing (Treinbotsing Maasvlakte, 13 april 2012)

In een boog is een trein na een frontale botsing uit het spoor gelopen. Gevolg is dat de trein zijdelings geschaard is.



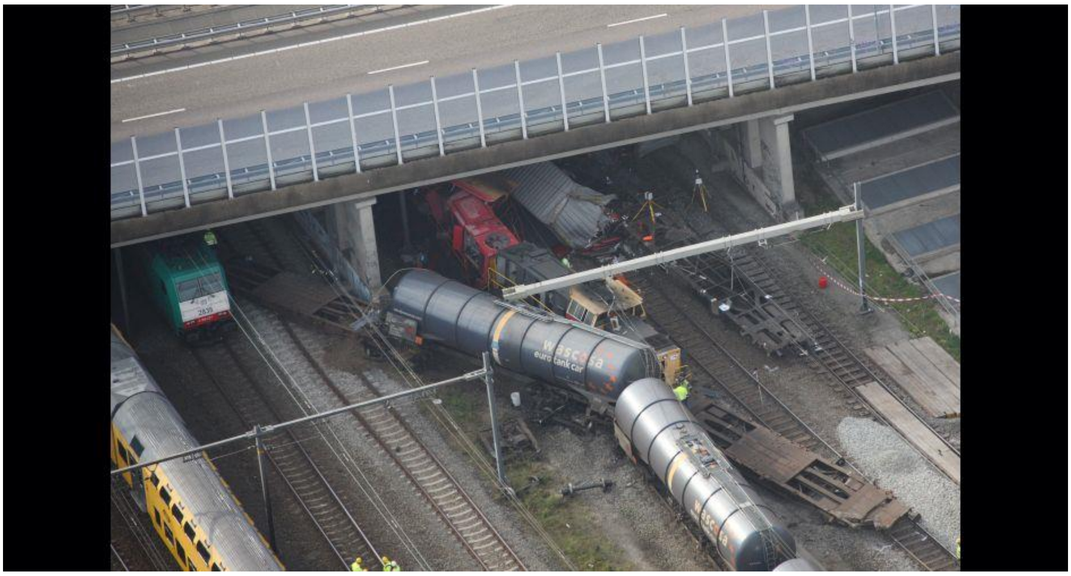
D.4 Uit het spoor lopen (Ongeval met een slijptrein, 25 juli 2010 Stavoren)

Slijptrein is door het juk gereden. Door het missen van zijdelingse geleiding (geen spoor) is de trein geschaard.



D.5 Frontale botsing (Botsing tussen twee goederentreinen en een passagierstrein, 24 september 2009 Barendrecht)

Twee goederentreinen zijn frontaal op elkaar gebotst. Vervolgens zijn de achteroplopende wagons zijdelings uit het spoor gelopen.



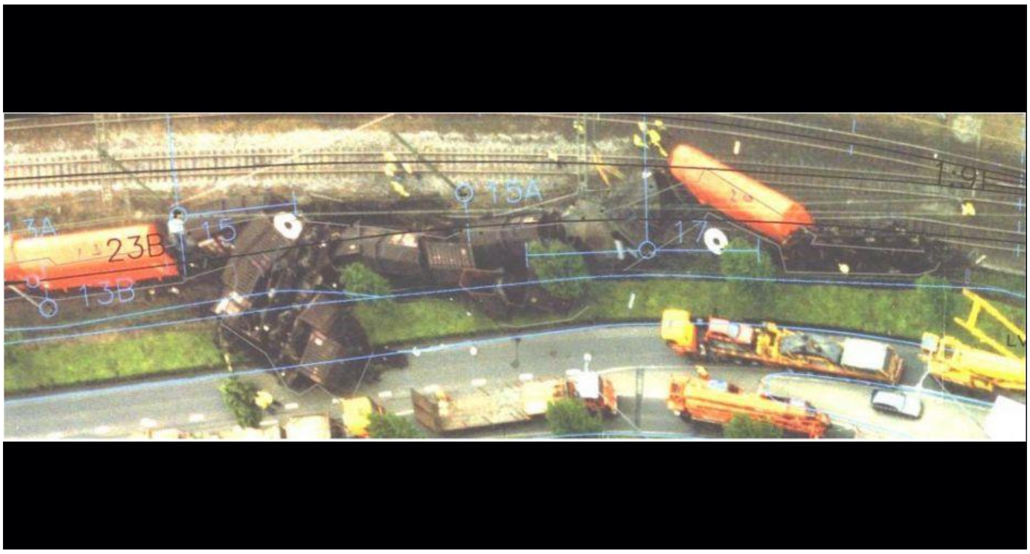
D.6 Eruit geduwd worden (Ontsporing, 15 augustus 2005 Centraal station, Amsterdam)

Wagons zijn in een krappe boog (wissel) uit het spoor gedrukt door de duwende locomotief. Oorzaak was dat de wagons te strak waren gekoppeld.



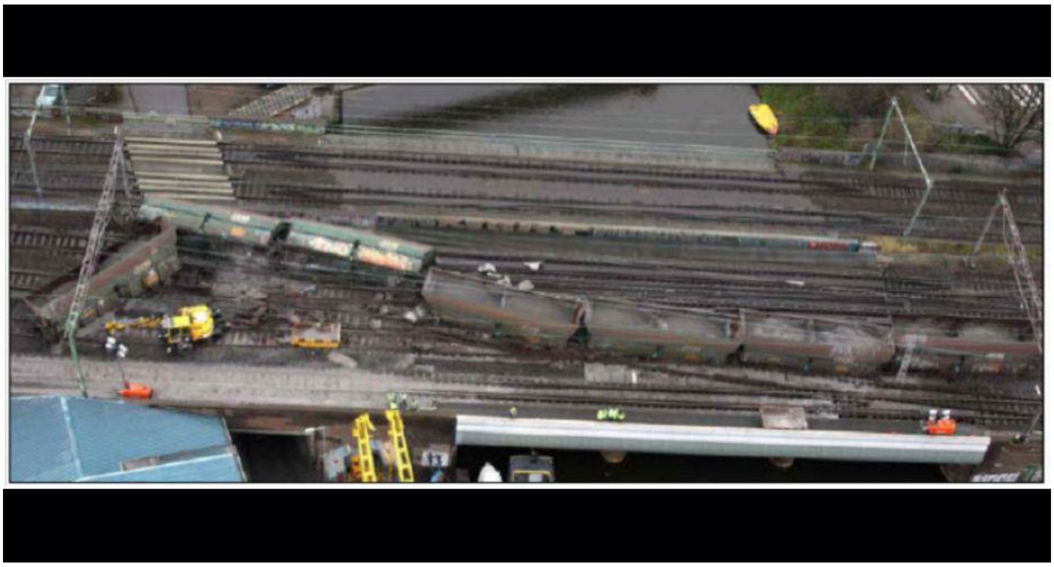
D.7 Te hoge snelheid door een boog (Ontsporing goederentrein, 30 april 2003 Apeldoorn)

Een te hoge snelheid door een krappe boog en schuivende lading zijn meerdere wagons uit het spoor gelopen en vervolgens gekanteld.



D.8 Kapotte aspot (Ontsporing goederentrein, 22 november 2008 Station Muiderpoort, Amsterdam)

Warmgelopen aspot resulteert in een gebroken astap. Vervolgens loopt de wagon uit het spoor en rijdt nog enige tijd door. Bij het passeren van een wissel ontstaat vervolgens de situatie waarbij de trein geheel ontspoort, kantelt, en van het kunstwerk afstort.



D.9 Kapotte aspot (Boxtel 8 december 2005)

Door een kapotte aspotlager breekt de as uit een draaistel. De wagon rijdt 1600m door. Tijdens het remmen loopt de luchtleiding snel leeg en breken de ontspoorde wagons af van de rest van de trein. Door de relatieve hoge ligging van het spoor t.o.v. de omgeving kantelen de wagons.



D.10 Vaste remblokken (Vleuten 23 maart 2009)

Door een vast remblok, blokkeert een wielstel. Er ontstaat een vlakke plaats waardoor een draaistel uit het spoor. De trein rijdt nog 5km voordat de machinist op de hoogte wordt gesteld dat er een wagon is ontspoord.



D.11 Gebroken wielband (Borne 6 november 2013)

Door een gebroken wielband loopt een wielstel uit het spoor. De trein rijdt nog 5km door voordat de machinist de trein tot stilstand brengt.

